Rar.
4173

Rár. 4173

45000,-

AL

AD 6891

BAYERISCHE
STAATSBIBLIOTHEK
MÜNCHEN

75/1071

Gedanken
von der wahren Schätzung
der
lebendigen Kräfte
und
Beurtheilung der Beweise
derer sich
Herr von Leibnitz und andere Mechaniker
in dieser Streitsache
bedienet haben,
nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen
welche
die Kraft der Körper überhaupt
betreffen,
durch

Immanuel Kant.

Königsberg,
gedruckt bey Martin Eberhard Dorn. 1746.

Dem

Hochedelgebohrnen, Hochgelahrten und Hocherfahrnen Herrn,

HERRN

Johann Christoph Bohlius,

Der Medicin Doctorn und zweyten ordentlichen Professorn auf der Academie zu Königsberg,

wie auch

Königlichen Leibmedico,

meinem insonders Hochzuehrenden Gönner.

Hochedelgebohrner Herr,
Hochgelahrter und Hocherfahrner Herr Doctor,
Insonders Hochzuehrender Gönner!

An wen kan ich mich besser wenden, als an Ew. Hochedelgebohrnen, um von einer so schlechten Sache, als gegenwärtige Schrift ist, allen Vortheil zu ziehen? Nach dem besondern Merkmahle der Gütigkeit, welches Dieselben mir erzeiget haben, wage ich es zu hoffen, daß diese Freyheit von Ew. Hochedelgebohrnen auch als ein Beweis-

weisthum meiner Dankbarkeit werde aufgenommen werden. Die Beschaffenheit dieses Werkgens hat nichts an sich, worauf ich in Ansehung dessen einige Zuversicht bauen könte; denn die Ehre seine Abhandlung mit **Dero** Nahmen auszuzieren, ist es nicht, woraus man **Ew. Hochedelgebohrnen** ein Geschenk machen könte. Eine Menge unvollkommener Gedanken, die vielleicht an sich unrichtig sind, oder doch durch die Niedrigkeit ihres Verfassers allen Werth verlieren, die mich endlich hinlänglich überzeugen: daß sie nicht würdig sind **Denenselben** gewidmet zu werden, das ist alles, was ich in meiner Macht habe, um es **Ew. Hochedelgebohrnen** zu überreichen. Ich mache mir diesem ungeachtet, vermittelst des vollkommenen Begriffes, den ich von **Dero** Gütigkeit gefasset habe, die Hoffnung: daß selbige mir den Dienst

 lei-

leisten werden, den ich am meisten hochschätze, nemlich Ew. Hochedelgebohrnen meine Erkenntlichkeit gegen Dieselbe zu erkennen zu geben. Ich werde hinführo mehr wie eine Gelegenheit haben, mich an die Verbindlichkeit zu erinnern, womit ich Ihnen verpflichtet bin; allein die gegenwärtige wird mit eine von den besten seyn, womit ich öffentlich bekenne, daß ich mit im̃erwährender Hochachtung verharre

Hochedelgebohrner Herr,
Hochgelahrter und Hocherfahrner
Herr Doctor,
Insonders Hochzuehrender Gönner,
Ew. Hochedelgebohrnen

Königsberg,
den 22. April, 1747.

verpflichtetester Diener
Immanuel Kant.

Vorrede.

Nihil magis praestandum est, quam ne pecorum ritu sequamur antecedentium gregem, pergentes, non qua eundem est, sed qua itur.

SENECA de vita beata Cap. 1.

I.

Ich glaube, ich habe Ursache von dem Urtheile der Welt, dem ich diese Blätter überliefere, eine so gute Meynung zu fassen, daß diejenige Freyheit, die ich mir herausnehme großen Männern zu widersprechen, mir vor kein Verbrechen werde ausgelegt werden. Es war eine Zeit, da man bey einem solchen Unterfangen viel zu befürchten hatte, allein ich bilde mir ein diese Zeit sey nunmehro vorbey, und der menschliche Verstand habe sich schon der Fesseln glücklich entschlagen, die ihm Unwissenheit und Bewunderung ehemals angelegt hatten. Nunmehro kan man es kühnlich wagen das Ansehen derer Newtons und Leib-

nitze vor nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegen setzen sollte, und keinen andern Ueberredungen als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen.

II.

Wenn ich es unternehme die Gedanken eines Herrn von Leibnitz, Wolfen, Herrmanns, Bernoulli, Bülfingers und anderer zu verwerfen, und denen meinigen den Vorzug einzuräumen; so wollte ich auch nicht gerne schlechtere Richter als dieselbe haben, denn ich weiß, ihr Urtheil, wenn es meine Meynungen verwürfe, würde die Absicht derselben doch nicht verdammen. Man kan diesen Männern kein vortrefflicher Lob geben, als daß man alle Meynungen, ohne ihre eigene davon auszunehmen, vor ihnen ungescheut tadeln dörfe. Eine Mäßigung von dieser Art war, obzwar bey einer andern Gelegenheit, einem großen Manne des Alterthums sehr ruhmwürdig. Timoleon wurde ohngeachtet der Verdienste die er und die Freyheit von Syracus hatte, einsmals vor Gericht gefordert. Die Richter entrüsteten sich über die Vermessenheit seiner Ankläger. Allein Timoleon betrachtete diesen Zufall ganz anders. Ein solches Unternehmen konte einem Manne nicht mißfallen, der sein ganzes Vergnügen darinn setzte sein Vaterland in der vollkommensten Freyheit zu sehen. Er beschützte diejenige die sich ihrer Freyheit so gar wider ihn selber bedieneten. Das ganze Alterthum hat dieses Verfahren mit Lobsprüchen begleitet.

Nach so großen Bemühungen, die sich die größesten Männer um die Freyheit des menschlichen Verstandes gegeben haben, sollte man da wohl Ursache haben zu befürchten, daß ihnen der Erfolg derselben mißfallen werde?

III.

Ich werde mich dieser Mäßigung und Billigkeit zu meinem Vortheil bedienen. Allein ich werde sie nur da antreffen, wo sich das Merkmahl des Verdienstes und ei-

ner

ner vorzüglichen Wissenschaft hervorthut. Es ist ausser diesem noch ein großer Haufe übrig, über den das Vorurtheil und das Ansehen großer Leute annoch eine grausame Herrschaft führet. Diese Herren, die gerne vor Schiedsrichter in der Gelehrsamkeit angesehen seyn wollten, scheinen sehr geschickt zu seyn von einem Buche zu urtheilen ohne es gelesen zu haben. Um es dem Tadel preis zu geben darf man ihnen nur den Tittel desselben zeigen. Wenn der Verfasser unbekannt, ohne Charakter und Verdienste ist, so ist das Buch nicht werth, daß die Zeit damit verdorben werde; noch mehr aber wenn er sich großer Dinge unternimmt, berühmte Männer zu tadeln, Wissenschaften zu verbessern, und seine eigene Gedanken der Welt anzupreisen. Wenn es vor dem Richterstuhle der Wissenschaften auf die Anzahl ankäme, so würde ich eine sehr verzweifelte Sache haben. Allein diese Gefahr macht mich nicht unruhig. Dies sind diejenige, die, wie man sagt, nur unten am Parnaß wohnen, die kein Eigenthum besitzen, und keine Stimme in der Wahl haben.

IV.

Das Vorurtheil ist recht vor den Menschen gemacht, es thut der Bequemlichkeit und der Eigenliebe Vorschub, zweyen Eigenschaften die man nicht ohne die Menschheit ableget. Derjenige der von Vorurtheilen eingenommen, erhebet gewisse Männer, die es umsonst seyn würde zu verkleinern und zu sich herunterzulassen, über alle andere zu einer unersteiglichen Höhe. Dieser Vorzug bedecket alles übrige mit dem Scheine einer vollkommenen Gleichheit, und läßt ihn den Unterscheid nicht gewahr werden, der unter diesen annoch herrschet, und der ihn sonst der verdrüßlichen Beobachtung aussetzen würde, zu sehen, wie vielfach man noch von denenjenigen übertroffen werde, die noch innerhalb der Mittelmäßigkeit befindlich sind.

So lange also die Eitelkeit der menschlichen Gemüther noch mächtig seyn wird, so lange wird sich das Vorurtheil auch erhalten, d. i. es wird niemals aufhören.

V.

Ich werde in dem Verfolg dieser Abhandlung kein Bedenken tragen, den Satz eines noch so berühmten Mannes freymüthig zu verwerfen, wenn er sich meinem Verstande als falsch darstellet. Diese Freyheit wird mir sehr verhaßte Folgen zuziehen. Die Welt ist sehr geneigt zu glauben: daß derjenige, der in einem oder dem andern Falle eine richtigere Erkenntniß zu haben glaubet, als etwa ein grosser Gelehrter, sich auch in seiner Einbildung gar über ihn setze. Ich unterstehe mich zu sagen, daß dieser Schein sehr betrüglich sey, und daß er hier würklich betrüge.

Es befindet sich in der Vollkommenheit des menschlichen Verstandes keine solche Proportion und Aehnlichkeit, als etwa in dem Baue des menschlichen Körpers, bey diesem ist es zwar möglich aus der Größe eines und des andern Gliedes einen Schluß auf die Größe des Ganzen zu machen; allein bey der Fähigkeit des Verstandes ist es ganz anders. Die Wissenschaft ist ein unregelmäßiger Körper, ohne Ebenmaaß und Gleichförmigkeit. Ein Gelehrter von Zwerggröße übertrift öfters an diesem oder jenem Theile der Erkenntniß einem andern, der mit dem ganzen Umfange seiner Wissenschaft dennoch weit über ihn hervorraget. Die Eitelkeit des Menschen erstrecket sich allem Ansehen nach nicht so weit, daß sie diesen Unterscheid nicht sollte gewahr werden, und die Einsicht einer und der andern Wahrheit, mit dem weiten Inbegriffe einer vorzüglichen Erkenntniß vor einerley halten sollte; zum wenigsten weiß ich, daß man mir Unrecht thun würde, wenn man mir diesen Vorwurf machte.

VI.

Die Welt ist so ungereimt nicht, zu denken, ein Gelehrter von Range sey der Gefahr zu irren gar nicht mehr unterworfen. Allein daß ein niedriger und unbekannter Schriftsteller diese Irrthümer vermieden habe, aus denen einen großen Mann alle seine Scharfsinnigkeit nicht hat retten können, das ist die Schwierigkeit, die so leicht nicht zu verdauen ist. Es stecket viel Vermessenheit in diesen Worten: **Die Wahrheit, um die sich die größesten Meister der menschlichen Erkenntniß vergeblich beworben haben, hat sich meinem Verstande zuerst dargestellet.** Ich wage es nicht diesen Gedanken zu rechtfertigen, allein ich wollte ihm auch nicht gerne absagen.

VII.

Ich stehe in der Einbildung, es sey zuweilen nicht unnütze, ein gewisses edles Vertrauen in seine eigene Kräfte zu setzen. Eine Zuversicht von der Art belebet alle unsere Bemühungen, und ertheilet ihnen einen gewissen Schwung, der der Untersuchung der Wahrheit sehr beförderlich ist. Wenn man in der Verfassung stehet, sich überreden zu können, daß man seiner Betrachtung noch etwas zutrauen dörfe, und daß es möglich sey einen Herrn von Leibnitz auf Fehler zu ertappen, so wendet man alles an seine Vermuthung wahr zu machen. Nachdem man sich nun tausendmal bey einem Unterfangen verirret hat, so wird der Gewinnst, der hiedurch der Erkenntniß der Wahrheiten zugewachsen ist, dennoch viel erheblicher seyn, als wenn man nur immer die Heeresstraße gehalten hatte.

Hierauf gründe ich mich. Ich habe mir die Bahn schon vorgezeichnet die ich halten will. Ich werde meinen Lauf antreten und nichts soll mich hindern ihn fortzusetzen.

VIII.

Es ist noch ein neuer Einwurf, den man mir machen wird, und dem ich wie es scheinet zuvor kommen muß.

Vorrede.

Man wird mich zuweilen in dem Tone eines Menschen hören, der von der Richtigkeit seiner Sätze sehr wohl versichert ist, und der nicht befürchtet, daß ihm werde widersprochen werden, oder daß ihn seine Schlüsse betrügen können. Ich bin so eitel nicht mir dieses in der That einzubilden, ich habe auch nicht Ursache meinen Sätzen den Schein eines Irrthums so sorgfältig zu benehmen; denn nach so viel Fehltritten, denen der menschliche Verstand zu allen Zeiten unterworfen gewesen, ist es keine Schande mehr geirret zu haben. Es stecket eine ganz andere Absicht unter meinem Verfahren. Der Leser dieser Blätter ist ohne Zweifel schon durch die Lehrsätze die itzo von den lebendigen Kräften im Schwange gehen vorbereitet, ehe er sich zu meiner Abhandlung wendet. Er weiß es was man gedacht hat, ehe Leibnitz seine Kräftenschätzung der Welt ankündigte, und der Gedanke dieses Mannes muß ihm auch schon bekannt seyn. Er hat sich ohnfehlbar durch die Schlüße einer von beyden Partheyen gewinnen lassen, und allem Absehen nach ist dieses die Leibnitzische Parthey, denn ganz Deutschland hat sich itzo zu derselben bekannt. In dieser Verfassung lieset er diese Blätter. Die Vertheidigungen der lebendigen Kräfte haben unter der Gestalt geometrischer Beweise seine ganze Seele eingenommen. Er siehet meine Gedanken also nur als Zweifel an, und wenn ich sehr glücklich bin noch etwa als scheinbare Zweifel, deren Auflösung er der Zeit überlässet, und die der Wahrheit dennoch nicht hinderlich fallen können. Hingegen muß ich meine ganze Kunst anwenden, um die Aufmerksamkeit des Lesers etwas länger bey mir aufzuhalten. Ich muß mich ihm in dem ganzen Lichte der Ueberzeugung darstellen, das meine Beweise mir gewähren, um ihn auf die Gründe aufmerksam zu machen, die mir diese Zuversicht einflößen.

Wenn

Wenn ich meine Gedanken nur unter dem Nahmen der Zweifel vortrüge, so würde die Welt, die ohnedem geneigt ist, sie vor nichts besseres anzusehen, sehr leicht über dieselbige hinweg seyn; denn eine Meynung die man einmal glaubet erwiesen zu haben, wird sich noch sehr lange im Beyfalle erhalten, wenn gleich die Zweifel, durch die sie angefochten wird, noch so scheinbar sind, und nicht leichtlich können aufgelöset werden.

Ein Schriftsteller ziehet gemeiniglich seinen Leser unvermerkt mit in diejenige Verfassung, in der er sich bey Verfertigung seiner Schrift selber befunden hatte. Ich wollte ihm also wenn es möglich wäre, lieber den Zustand der Ueberzeugung, als des Zweifels mittheilen; denn jener würde mir, und vielleicht auch der Wahrheit, vortheilhafter seyn, als dieser. Dieses sind die kleinen Kunstgriffe, die ich itzo nicht verachten muß, um das Gleichgewicht der Waage nur einigermaßen herzustellen, in der das Ansehen grosser Männer einen so gewaltigen Ausschlag giebet.

IX.

Die letzte Schwierigkeit, die ich noch wegräumen will, ist diejenige, die man mir wegen der Unhöflichkeit machen wird. Es scheinet: daß ich denen Männern, die ich mich unterfangen habe zu widerlegen, mit mehr Ehrerbietigkeit hätte begegnen können, als ich würklich gethan habe. Ich hätte mein Urtheil, das ich über ihre Sätze fälle, in einem viel gelindern Thone aussprechen sollen. Ich hätte sie nicht **Irrthümer, Falschheiten** oder auch **Verblendungen** nennen sollen. Die Härte dieser Ausdrücke scheinet denen großen Nahmen verkleinerlich zu seyn, gegen die sie gerichtet sind. Zu der Zeit der Unterscheidungen, welche auch die Zeit der Rauhigkeit der Sitten war, würde man geantwortet haben: daß man die Sätze von allen persönlichen Vorzügen ihrer Urheber abgesondert beurtheilen müsse. Die Höflichkeit dieses Jahrhunderts aber leget mir ein

ganz

ganz ander Gesetze auf. Ich würde nicht zu entschuldigen seyn, wenn die Art meines Ausdrucks die Hochachtung, die das Verdienst großer Männer von mir fordert, beleidigte. Allein ich bin versichert, daß dieses nicht sey. Wenn wir neben den größesten Entdeckungen offenbare Irrthümer antreffen: so ist dieses nicht so wohl ein Fehler des Menschen, als vielmehr der Menschheit; und man würde dieser, in der Person der Gelehrten gar zu viel Ehre anthun, wenn man sie von denenselben gänzlich ausnehmen wollte. Ein großer Mann der sich ein Gebäude von Sätzen errichtet, kan seine Aufmerksamkeit nicht auf alle mögliche Seiten gleich stark kehren. Er ist in einer gewissen Betrachtung insbesondere verwickelt, und es ist kein Wunder, wenn ihm alsdenn von irgend einer andern Seite Fehler entwischen, die er ohnfehlbar vermieden haben würde, wenn er ausserhalb dieser Beschäftigung nur seine Aufmerksamkeit auf dieselbe gerichtet hätte.

Ich will die Wahrheit nur ohne Umschweife gestehen. Ich werde nicht ungeneigt seyn, diejenige Sätze vor würkliche Irrthümer und Falschheiten zu halten, welche in meiner Betrachtung unter dieser Gestalt erscheinen; und warum sollte ich mir den Zwang anthun, diesen Gedanken in meiner Schrift so ängstiglich zu verbergen, um dasjenige zu scheinen, was ich nicht denke, was aber die Welt gerne hätte, daß ich es dächte?

Und überhaupt zu reden, würde ich mit der Ceremonie auch schlecht zurechte kommen, allen meinen Urtheilen, die ich über große Männer ausspreche, einen gewissen Schwung der Artigkeit zu ertheilen, die Ausdrücke geschickt zu mildern, und überall das Merkmahl der Ehrerbietigkeit sehen zu lassen; diese Bemühung würde mich wegen der Wahl derer Wörter öfters in eine verdrüßliche Enge bringen, und mich der Nothwendigkeit unterwerfen, über den Fußsteig der philosophischen Betrachtung von allen auszuschweifen. Ich will mich also der Gelegenheit

dieses Vorberichtes bedienen, eine öffentliche Erklärung der Ehrerbietigkeit und Hochachtung zu thun, die ich gegen die großen Meister unserer Erkenntniß, welche ich itzo die Ehre haben werde meine Gegner zu heissen, jederzeit hegen werde, und der die Freyheit meiner schlechten Urtheile nicht den geringsten Abbruch thun kan.

X.

Nach den verschiedenen Vorurtheilen, die ich mich itzo bemühet habe wegzuräumen, bleibt dennoch endlich noch ein gewisses rechtmäßiges Vorurtheil übrig, dem ich dasjenige, was in meiner Schrift etwa noch überzeugendes anzutreffen wäre, insbesondere zu verdanken habe. Wenn viele große Männer von bewährter Scharfsinnigkeit und Urtheilskraft, theils durch verschiedene, theils durch einerley Wege zur Behauptung eben desselben Satzes geleitet werden, so ist eine weit wahrscheinlichere Vermuthung, daß ihre Beweise richtig sind, als daß der Verstand irgend eines schlechten Schriftstellers die Schärfe in denenselben genauer sollte beobachtet haben. Es hat dieser daher große Ursache den Vorwurf seiner Betrachtung sich besonders klar und eben zu machen, denselben so zu zergliedern, und auseinander zu setzen, daß, wenn er vielleicht einen Fehlschluß begienge, derselbe ihm doch alsbald in die Augen leuchten müßte; denn es wird vorausgesetzt: daß, wenn die Betrachtung gleich verwickelt ist, derjenige eher die Wahrheit entdecken werde, der dem andern an Scharfsinnigkeit vorgehet. Er muß seine Untersuchung also so viel möglich, einfach und leicht machen, damit er nach dem Maaße seiner Urtheilskraft in seiner Betrachtung eben so viel Licht und Richtigkeit vermuthen könne, als der andere nach dem Maaße der seinigen in einer viel verwickeltern Untersuchung.

Diese Beobachtung habe ich mir in der Ausführung meines Vorhabens ein Gesetz seyn lassen, wie man bald wahrnehmen wird.

XI.

Wir wollen, ehe wir diesen Vorbericht endigen, uns den itzigen Zustand der Streitsache von den **lebendigen Kräften** annoch kürzlich bekannt machen.

Der Herr von Leibnitz hat allem Ansehen nach die lebendigen Kräfte in denen Fällen nicht zuerst erblicket, darinn er sie zuerst der Welt darstellete. Der Anfang einer Meynung ist gemeiniglich viel einfacher, besonders einer Meynung, die etwas so kühnes und wunderbares mit sich führet, als die von der Schätzung nach dem Quadrat. Man hat gewisse Erfahrungen, die sehr gemein sind und dadurch wir wahrnehmen: daß eine würkliche Bewegung, z. E. ein Schlag oder Stoß, immer mehr Gewalt mit sich führe, als ein todter Druck, wenn er gleich noch stark ist. Diese Beobachtung war vielleicht der Saame eines Gedankens, der unter den Händen des Herrn von Leibnitz nicht unfruchtbar bleiben konte, und der nach der Hand zu der Größe eines der berühmtesten Lehrgebäuden erwuchs.

XII.

Ueberhaupt zu reden, scheinet die Sache der lebendigen Kräfte so zu sagen recht dazu gemacht zu seyn, daß der Verstand einmal, es hätte auch zu einer Zeit seyn mögen welche es wollte, durch dieselbe muste verführet werden. **Die überwältigten Hindernisse der Schwere, die verrückte Materien, die zugedrückte Federn, die bewegte Massen, die in zusammengesetzter Bewegung entspringende Geschwindigkeiten**, alles stimmet auf eine wunderbare Art zusammen, den Schein der Schätzung **nach dem Quadrat** zuwege zu bringen. Es giebt eine Zeit, darinn die Vielheit der Beweise dasjenige gilt, was zu einer andern ihre Schärfe und Deutlichkeit ausrichten würde. Diese Zeit ist itzo unter den Vertheidigern der lebendigen Kräfte vorhanden. Wenn sie bey einem oder dem andern von ihren Beweisen etwa wenig Ueberzeu-

zeugung fühlen, so befestiget der Schein der Wahrheit, der sich dagegen von desto mehr Seiten hervorthut, ihren Beyfall und läßt ihn nicht wankend werden.

XIII.

Es ist schwerer zu sagen, auf welcher Seite sich bis daher in der Streitsache der lebendigen Kräfte die Vermuthung des Sieges am meisten gezeiget habe. Die zwey Herren Bernoulli, Herr von Leibnitz und Herrmann, die an der Spitze der Philosophen ihrer Nation standen, konnten durch das Ansehen der übrigen Gelehrten von Europa nicht überwogen werden. Diese Männer, die alle Waffen der Geometrie in ihrer Macht hatten, waren allein vermögend eine Meynung empor zu halten, die sich vielleicht nicht hätte zeigen dörfen, wenn sie sich in den Händen eines minder berühmten Vertheidigers befunden hätte.

So wohl die Parthey des Cartesius, als die des Herrn von Leibnitz, haben vor ihre Meynung alle die Ueberzeugung empfunden, der man in der menschlichen Erkenntniß gemeinialich nur fähig ist. Man hat von beyden Theilen über nichts als das Vorurtheil der Gegner geseufzet, und jedwede Parthey hat geglaubet, ihre Meynung würde unmöglich können in Zweifel gezogen werden, wenn die Gegner derselben sich nur die Mühe nehmen wollten, sie in einem rechten Gleichgewichte der Gemüthsneigungen anzusehen.

Indessen zeiget sich doch ein gewisser merkwürdiger Unterscheid, unter der Art, womit sich die Parthey der lebendigen Kräfte zu erhalten suchet, und unter derjenigen, womit die Schätzung des Cartesius sich vertheidiget. Diese beruffet sich nur auf einfache Fälle, in denen die Entscheidung der Wahrheit und des Irrthums leicht und gewiß ist, jene im Gegentheil machet ihre Beweise so verwickelt und dunkel als möglich, und rettet sich so zu sagen durch Hülfe der Nacht aus einem Gefechte, darinn sie vielleicht bey einem rechten Lichte der Deutlichkeit allemal den kürzern ziehen würde.

Die Leibnitzianer haben auch noch fast alle Erfahrungen auf ihrer Seite; dies ist vielleicht das einzige, was sie vor den Cartesianern voraus haben. Die Herren Poleni, s' Gravesande, und van Musschenbroeck haben ihnen diesen Dienst geleistet, davon die Folgen vielleicht vortrefflich seyn würden, wenn man sich derselben richtiger bedient hätte.

Ich werde in diesem Vorberichte keine Erzählung von demjenigen machen, was ich in gegenwärtiger Abhandlung in der Sache der lebendigen Kräfte zu leisten gedenke. Dieses Buch hat keine andere Hoffnung gelesen zu werden, als diejenige, die es auf seine Kürze bauet; es wird also dem Leser leicht seyn sich seinen Inbegrif selber bekannt zu machen.

Wenn ich meiner eigenen Einbildung etwas zutrauen dürfte: so würde ich sagen meine Meynungen könten einige nicht unbequeme Handleistungen thun, eine der größten Spaltungen die itzo unter den Geometrern von Europa herrschet beyzulegen. Allein diese Ueberredung ist eitel: Das Urtheil eines Menschen gilt nirgends weniger als in seiner eigenen Sache. Ich bin vor die meinige so sehr nicht eingenommen, daß ich ihr zum besten einem Vorurtheile der Eigenliebe Gehör geben wollte. Indessen mag es hiemit beschaffen seyn wie es wolle, so unterstehe ich es mir doch mit Zuversicht vorauszusagen: Dieser Streit werde entweder im kurzen abgethan werben oder er werde niemals aufhören.

Erstes

Erstes Hauptstück,

von der Kraft der Körper überhaupt.

§ 1.

Jedweder Körper hat eine wesentliche Kraft.

Weil ich glaube, daß es etwas zu der Absicht beytragen kan, welche ich habe, die Lehre von den lebendigen Kräften einmal gewiß und entscheidend zu machen, wenn ich vorher einige metaphysische Begriffe von der Kraft der Körper überhaupt festgesetzet habe; so werde ich hievon den Anfang machen.

Man sagt, daß ein Körper der in Bewegung ist, eine Kraft habe. Denn Hindernisse überwinden, Federn spannen, Massen verrücken; dieses nennet alle Welt würken. Wenn man nicht weiter siehet als etwa die Sinne lehren, so hält man diese Kraft vor etwas was dem Körper ganz und gar von draussen mitgetheilet worden, und wovon er nichts hat wenn er in Ruhe ist. Der ganze Haufe

der Weltweisen vor Leibnitzen, war dieser Meynung, den einzigen Aristoteles ausgenommen. Man glaubt die dunkele Entelechie dieses Mannes sey das Geheimniß vor die Würkungen der Körper. Die Schullehrer insgesamt, die alle dem Aristoteles folgeten, haben dieses Rätzel nicht begriffen, und vielleicht ist es auch nicht dazu gemacht gewesen daß es jemand begreiffen sollte. Leibnitz dem die menschliche Vernunft so viel zu verdanken hat, lehrete zuerst, daß dem Körper eine wesentliche Kraft beywohne, die ihm so gar noch vor der Ausdehnung zukommt. Est aliquid praeter extensionem imo extensione prius; dieses sind seine Worte.

§ 2.

Diese Kraft der Körper nannte Leibnitz überhaupt die würkende Kraft.

Der Erfinder nennete diese Kraft, mit dem allgemeinen Namen der würkenden Kraft. Man hätte ihm in den Lehrgebäuden der Metaphysik nur auf dem Fusse nachfolgen sollen; allein man hat diese Kraft etwas näher zu bestimmen gesucht. Der Körper, heißt es, hat eine bewegende Kraft, denn man siehet ihn sonsten nichts thun als Bewegungen hervorbringen. Wenn er drucket, so strebt er nach der Bewegung, allein alsdenn ist die Kraft in der Ausübung wenn die Bewegung würklich ist. Ich behaupte aber daß wenn man dem Körper eine wesentliche bewegende Kraft (vim motricem) beyleget, damit man eine Antwort auf die Frage von der Ursache der Bewegung fertig habe, so übe man in gewisser Maaße den Kunstgriff aus, dessen sich die Schullehrer bedienten, indem sie in der Untersuchung der Gründe der Wärme, oder der Kälte, zu einer vi calorifica oder frigifaciente ihre Zuflucht nahmen.

§ 3.

Man redet nicht richtig, wenn man die Bewegung zu einer Art Würkungen machet, und ihr deswegen eine gleichnamige Kraft beyleget. Ein Körper dem unendlich wenig Widerstand geschiehet, der mithin fast gar nicht würket, der hat am meisten Bewegung. Die Bewegung ist nur das äusserliche Phänomenon des Zustandes des Körpers, da er zwar nicht würket, aber doch bemühet ist zu würken, allein wenn er seine Bewegung durch einen Gegenstand plötzlich verlieret, das ist in dem Augenblicke darin er zur Ruhe gebracht wird darin würkt er. Man sollte daher die Kraft einer Substanz nicht von demjenigen benennen was gar keine Würkung ist, noch viel weniger aber von den Körpern die im Ruhestande würken, (z. E. von einer Kugel die den Tisch worauf sie lieget durch ihre Schweere drücket,) sagen daß sie eine Bemühung haben sich zu bewegen. Denn weil sie alsdenn nicht würken würden wenn sie sich bewegten, so müßte man sagen: indem ein Körper würket, so hat er eine Bemühung in den Zustand zu gerathen darin er nicht würket. Man wird also die Kraft eines Körpers viel eher eine vim activam überhaupt, als eine vim motricem nennen sollen.

Man sollte billig die wesentliche Kraft vim motricem nennen.

§ 4.

Es ist aber nichts leichter, als den Ursprung dessen was wir Bewegung nennen aus den allgemeinen Begriffen der würkenden Kraft herzuleiten. Die Substanz A, deren Kraft dahin bestimmt wird ausser sich zu würken, (das ist den innern Zustand anderer Substanzen zu ändern,) findet entweder in dem ersten Augenblicke ihrer Bemühung sogleich einen

Wie die Bewegung aus der würkenden Kraft überhaupt kan erkläret werden.

nen Gegenstand der ihre ganze Kraft erduldet, oder er findet einen solchen nicht. Wenn das erstere allen Substanzen begegnete, so würden wir gar keine Bewegung kennen, wir würden also auch die Kraft der Körper von derselben nicht benennen. Wenn aber die Substanz A in dem Augenblicke ihrer Bemühung ihre ganze Kraft nicht anwenden kan, so wird sie nur einen Theil derselben anwenden. Sie kan aber mit dem übrigen Theile derselben nicht unthätig bleiben. Sie muß vielmehr mit ihrer ganzen Kraft würken, denn sie würde sonsten aufhören eine Kraft zu heissen wenn sie nicht ganz angewandt würde. Daher weil die Folgen dieser Ausübung in dem coexistirenden Zustande der Welt nicht anzutreffen sind, wird man sie in der zweyten Abmessung derselben, nemlich in der succeßiven Reihe der Dinge finden müssen. Der Körper wird daher seine Kraft nicht auf einmal, sondern nach und nach anwenden. Er kan aber in den nachfolgenden Augenblicken in eben dieselbe Substanzen nicht würken in die er gleich anfänglich würkte, denn diese erdulden nur den ersten Theil seiner Kraft, das übrige aber sind sie nicht fähig anzunehmen; also würket A nach und nach immer in andere Substanzen. Die Substanz C aber in die er im zweyten Augenblicke würket, muß gegen A eine ganz andere Relation des Orts und der Lage haben, als B, in welches er gleich anfangs würkete, denn sonst wäre kein Grund, woher A nicht im Anfange auf einmal sowohl in die Substanz C als in B gewürkt hätte. Eben so haben die Substanzen, in die er in den nachfolgenden Augenblicken würket, jedwede eine verschiedene Lage gegen den ersten Ort des Körpers A.

Das heißt, A verändert seinen Ort indem er succeßive würket.

§ 5.

Weil wir nicht deutlich gewahr werden was ein Körper thut, wenn er im Zustande der Ruhe würket, so denken wir immer auf die Bewegung zurück die erfolgen würde, wenn man den Widerstand wegräumete. Es wäre genug sich derselben dazu zu bedienen, daß man einen äusserlichen Character von demjenigen hätte, was in dem Körper vorgehet und was wir nicht sehen können. Allein gemeiniglich wird die Bewegung als dasjenige angesehen, was die Kraft thut wenn sie recht losbricht, und was die einzige Folge derselben ist. Weil es so leicht ist sich von diesem kleinen Abwege auf die rechte Begriffe wiederzufinden, so sollte man nicht denken daß ein solcher Irrthum von Folgen wäre. Allein er ist es in der That, obgleich nicht in der Mechanik und Naturlehre. Denn eben daher wird es in der Metaphysik so schwer, sich vorzustellen, wie die Materie im Stande sey, in der Seele des Menschen auf eine in der That würksame Art, (das ist, durch den physischen Einfluß) Vorstellungen hervorzubringen. Was thut die Materie anders, sagt man, als daß sie Bewegungen verursache? daher wird alle ihre Kraft darauf hinaus laufen, daß sie höchstens die Seele aus ihrem Orte verrücke. Allein wie ist es möglich daß die Kraft, die allein Bewegungen hervorbringet, Vorstellungen und Ideen erzeugen sollte? Dieses sind ja so unterschiedene Geschlechter von Sachen, daß es nicht begreiflich ist, wie eine die Quelle der andern seyn könne.

Was vor Schwierigkeiten daraus, in die Lehre, von der Würkung des Körpers in die Seele, fließen; wenn man diesen keine andere Kraft als die vim motricem beyleget.

§ 6.

Die Schwierigkeit die hieraus entspringet, wenn von der Würkung der Seele in den Körper die Rede ist. Und wie diese durch die Benennung einer vis actiuae überhaupt könne gehoben werden.

Eine gleiche Schwierigkeit äussert sich, wenn die Frage ist, ob die Seele auch im Stande sey die Materie in Bewegung zu setzen. Beyde Schwierigkeiten verschwinden aber, und der physische Einfluß bekommt kein geringes Licht, wenn man die Kraft der Materie, nicht auf die Rechnung der Bewegung, sondern der Würkungen in andre Substanzen, die man nicht näher bestimmen darf setzet. Denn die Frage, ob die Seele Bewegungen verursachen könne, das ist, ob sie eine bewegende Kraft habe, verwandelt sich in diese: ob ihre wesentliche Kraft zu einer Würkung nach draussen könne bestimmet werden, das ist, ob sie ausser sich in andere Wesen zu würken und Veränderungen hervorzubringen fähig sey? Diese Frage kan man auf eine ganz entscheidende Art dadurch beantworten: daß die Seele nach draussen aus diesem Grunde müsse würken können, weil sie in einem Orte ist. Denn wenn wir den Begriff von demjenigen zergliedern, was wir den Ort nennen, so findet man, daß er die Würkungen der Substanzen in einander andeutet. Es hat also einen gewissen scharfsinnigen Schriftsteller nichts mehr verhindert, den Triumph des physischen Einflußes über die vorherbestimmte Harmonie vollkommen zu machen, als diese kleine Verwirrung der Begriffe, aus der man sich leichtlich herausfindet, so bald man nur seine Aufmerksamkeit darauf richtet.

Wenn man die Kraft der Körper überhaupt

Eben so leicht ist es auch die Art vom paradoxen Satze zu begreifen, wie es nemlich möglich sey: daß die Materie von der man doch in der Einbildung stehet, daß sie nichts als nur Bewegun-

gen

gen verursachen könne, der Seele gewisse Vorstellungen und Bilder eindrücke. Denn die Materie, welche in Bewegung gesetzet worden, würket in alles, was mit ihr dem Raum nach verbunden ist, mithin auch in die Seele; das ist, sie verändert den innern Zustand derselben, in so weit er sich auf das äussere beziehet. Nun ist der ganze innerliche Zustand der Seele nichts anders, als die Zusammenfassung aller ihrer Vorstellungen und Begriffe, und in so weit dieser innerliche Zustand sich auf das äusserliche beziehet, heißt er der status repraesentatiuus vniuersi; dahero ändert die Materie, vermittelst ihrer Kraft, die sie in der Bewegung hat, den Zustand der Seele, wodurch sie sich die Welt vorstellet. Auf diese Weise begreifet man, wie sie der Seele Vorstellungen eindrücken könne.

nur eine würkende Kraft nennet, so begreift man leicht, wie die Materie die Seele zu gewissen Vorstellungen bestimmen könne.

§ 7.

Es ist schwer in einer Materie, die von so weitem Umfange ist, nicht auszuschweifen; allein ich muß mich doch nur wieder zu dem wenden, was ich von der Kraft der Körper habe anmerken wollen. Weil alle Verbindung und Relation, ausser einander existirender Substanzen, von den gewechselten Würkungen, die ihre Kräfte gegen einander ausüben herrühret, so laßt uns sehen, was vor Wahrheiten aus diesem Begriffe der Kraft können hergeleitet werden. Entweder ist eine Substanz mit andern ausser ihr in einer Verbindung und Relation, oder sie ist es nicht. Weil ein jedwedes selbständiges Wesen die vollständige Quelle aller seiner Bestimmungen in sich enthält, so ist nicht nothwendig zu seinem Daseyn, daß es mit andern Dingen in Verbindung stehe. Daher können

Es können Dinge würklich existiren, dennoch aber nirgends in der Welt verhanden seyn.

nen Substanzen existiren, und dennoch gar keine äusserliche Relation gegen andere haben, oder in einer würklichen Verbindung mit ihnen stehen. Weil nun ohne äusserliche Verknüpfungen, Lagen und Relationen kein Ort statt findet, so ist es wohl möglich, daß ein Ding würklich existire, aber doch nirgends in der ganzen Welt verhanden sey. Dieser paradoxe Satz, ob er gleich eine Folge, und zwar eine sehr leichte Folge der bekanntesten Wahrheiten ist, ist so viel ich weiß, noch von niemanden angemerket worden. Allein es fließen noch andere Sätze aus derselben Quelle, die nicht minder wunderbar sind, und den Verstand so zu sagen wider seinen Willen einnehmen.

§ 8.

Es ist im recht metaphysischen Verstande wahr, daß mehr wie eine Welt existiren könne.

Weil man nicht sagen kan, daß etwas ein Theil von einem Ganzen sey, wenn es mit den übrigen Theilen in gar keiner Verbindung stehet; (denn sonsten würde kein Unterscheid unter einer würklichen Vereinigung, und unter einer eingebildeten zu finden seyn,) die Welt aber ein würklich zusammen gesetztes Wesen ist, so wird eine Substanz, die mit keinem Dinge in der ganzen Welt verbunden ist, auch zu der Welt gar nicht gehören, es sey denn etwa in Gedanken, das heißt es wird kein Theil von derselben seyn. Wenn dergleichen Wesen viel sind, die mit keinem Dinge der Welt in Verknüpfung stehen, allein gegen einander eine Relation haben, so entspringet daraus ein ganz besonder Ganzes, sie machen eine ganz besondere Welt aus. Es ist daher nicht richtig geredet, wenn man in den Hörsälen der Weltweisheit immer lehret, es könne im metaphysischen Verstande, nicht mehr wie

wie eine einzige Welt existiren. Es ist würklich möglich, daß GOtt viel Millionen Welten, auch in recht metaphysischer Bedeutung genommen, erschaffen habe; daher bleibet es unentschieden, ob sie auch würklich existiren, oder nicht. Der Irrthum, den man hierinn begangen, ist ohnfehlbar daher entstanden, weil man auf die Erklährung von der Welt nicht genau Acht gehabt hat. Denn die Definition rechnet nur dasjenige zur Welt, was mit den übrigen Dingen in einer würklichen Verbindung stehet, * das Theorem aber vergißt, diese Einschränkung, und redet von allen existirenden Dingen überhaupt.

§ 9.

Wenn die Substanzen keine Kraft hätten ausser sich zu würken, so würde keine Ausdehnung, auch kein Raum seyn.

Es ist leicht zu erweisen, daß kein Raum und keine Ausdehnung seyn würden, wenn die Substanzen keine Kraft hätten ausser sich zu würken. Denn ohne diese Kraft ist keine Verbindung, ohne diese keine Ordnung, und ohne diese endlich kein Raum. Allein es ist etwas schwerer einzusehen, wie aus dem Gesetze, nach welchem diese Kraft der Substanzen ausser sich würket, die Vielheit der Abmessungen des Raumes herfolge.

Der Grund von der dreyfachen Dimension des Raumes ist noch unbekannt.

Weil ich in dem Beweise, den Herr von Leibnitz irgendwo in der Theodicee von der Anzahl der Linien hernimmt, die von einem Puncte winkelrecht gegen einander können gezogen werden, einen Zirkelschluß wahrnehme, so habe ich darauf gedacht, die dreyfache Dimension der Ausdehnung, aus demjenigen zu erweisen, was man bey den Potenzen der Zahlen wahrnimmt. Die drey ersten Potenzen

* Mundus est rerum omnium contingentium simultanearum & successiuarum inter se connexarum series.

zen derselben sind ganz einfach, und lassen sich auf keine andere reduciren, allein die vierte, als das Quadratoquadrat, ist nichts als eine Wiederholung der zweyten Potenz. So gut mir diese Eigenschaft der Zahlen schien, die dreyfache Raumes-Abmessung daraus zu erklären, so hielte sie in der Anwendung doch nicht Stich. Denn die vierte Potenz ist in allem demjenigen, was wir uns durch die Einbildungs-Kraft vom Raume vorstellen können, ein Unding. Man kan in der Geometrie kein Quadrat mit sich selber, noch den Würfel mit seiner Wurzel multipliciren; daher beruhet die Nothwendigkeit der dreyfachen Abmessung, nicht so wohl darauf, daß wenn man mehrere setzte, man nichts anders thäte, als daß die vorigen wiederholt würden, (so wie es mit den Potenzen der Zahlen beschaffen ist,) sondern vielmehr auf einer gewissen andern Nothwendigkeit, die ich noch nicht zu erklären im Stande bin.

§ 10.

Es ist wahrscheinlich daß die dreyfache Abmessung des Raumes von dem Gesetze herrühre nach welchem die Kräfte derer Substanzen in einander würken.

Weil alles, was unter den Eigenschaften eines Dinges vorkömmt, von demjenigen muß hergeleitet werden können, was den vollständigen Grund von dem Dinge selber in sich enthält, so werden sich auch die Eigenschaften der Ausdehnung mithin auch die dreyfache Abmessung derselben, auf die Eigenschaften der Kraft gründen, welche die Substanzen, in Absicht auf die Dinge, mit denen sie verbunden sind, besitzen. Die Kraft, womit eine Substanz in der Vereinigung mit andern würkt, kan nicht ohne ein gewisses Gesetze gedacht werden, welches sich in der Art seiner Würkung hervorthut. Weil die Art des Gesetzes, nach

welchem die Substanzen in einander würken, auch die Art der Vereinigung und Zusammensetzung vieler derselben bestimmen muß, so wird das Gesetz, nach welchem eine ganze Sammlung Substanzen (das ist ein Raum) abgemessen wird, oder die Dimension der Ausdehnung, von den Gesetzen herrühren, nach welchen die Substanzen vermöge ihrer wesentlichen Kräfte sich zu vereinigen suchen.

Die dreyfache Abmessung scheinet daher zu rühren, weil die Substanzen in der existirenden Welt so in einander würken, daß die Stärke der Wirkung, sich wie das Quadrat der Weiten umgekehrt verhält.

Diesem zu folge, halte ich davor: daß die Substanzen in der existirenden Welt, wovon wir ein Theil sind, wesentliche Kräfte von der Art haben, daß sie in Vereinigung mit einander nach der doppelten umgekehrten Verhältniß der Weiten ihre Würkungen von sich ausbreiten; zweytens, daß das Ganze, was daher entspringet, vermöge dieses Gesetzes die Eigenschaft der dreyfachen Dimension habe; drittens, daß dieses Gesetze willkührlich sey, und daß GOtt davor ein anderes, zum Exempel der umgekehrten dreyfachen Verhältniß hätte wählen können; daß endlich viertens aus einem andern Gesetze, auch eine Ausdehnung von andern Eigenschaften und Abmessungen geflossen wäre. Eine Wissenschaft von allen diesen möglichen Raumes-Arten, wäre ohnfehlbar die höchste Geometrie die ein endlicher Verstand unternehmen könnte. Die Unmöglichkeit, die wir bey uns bemerken, einen Raum von mehr als drey Abmessungen uns vorzustellen, scheinet mir daher zu rühren, weil unsere Seele ebenfalls nach dem Gesetze der umgekehrten doppelten Verhältniß der Weiten die Eindrücke von draussen empfängt, und weil ihre Natur selber dazu gemacht ist, nicht allein so zu leiden, sondern auch auf diese Weise ausser sich zu würken.

§ 11.

§ 11.

Die Bedingung, unter der es wahrscheinlich ist, daß es viel Welten gebe.

Wenn es möglich ist, daß es Ausdehnungen von andern Abmessungen gebe, so ist es auch sehr wahrscheinlich, daß sie GOtt würklich irgendwo angebracht hat. Denn seine Werke haben alle die Größe und Mannigfaltigkeit, die sie nur fassen können. Räume von dieser Art könnten nun unmöglich mit solchen in Verbindung stehen, die von ganz andern Wesen sind; daher würden dergleichen Räume zu unserer Welt gar nicht gehören, sondern eigene Welten ausmachen müssen. In dem vorigen habe ich gezeiget, daß mehr Welten im metaphysischen Verstande genommen, zusammen existiren könten, allein hier ist zugleich die Bedingung, die, wie mir deucht die einzige ist, weswegen es auch wahrscheinlich wäre, daß viele Welten würklich existiren. Denn wenn nur die einzige Raumes-Art, die nur eine dreyfache Abmessung leidet, möglich ist, so würden die andere Welten, die ich ausserhalb derjenigen setze, worinnen wir existiren, mit der unsrigen dem Raume nach können verbunden werden; weil sie Räume von einerley Art sind. Daher würde sichs fragen, warum GOtt die eine Welt von der andern gesondert habe, da er doch durch ihre Verknüpfung seinem Werke eine größere Vollkommenheit mitgetheilet haben würde; denn jemehr Verbindung, desto mehr Harmonie und Uebereinstimmung ist in der Welt, da hingegen Lücken und Zertrennungen die Gesetze der Ordnung und der Vollkommenheit verletzen. Es ist also nicht wahrscheinlich, daß viele Welten existiren, (ob es gleich an sich möglich ist,) es sey

denn,

denn, daß vielerley Raumes-Arten, von denen ich itzo geredet habe, möglich sind.

Diese Gedanken können der Entwurf zu einer Betrachtung seyn, die ich mir vorbehalte. Ich kan aber nicht leugnen, daß ich sie so mittheile, wie sie mir beyfallen, ohne ihnen durch eine längere Untersuchung ihre Gewißheit zu verschaffen. Ich bin daher bereit sie wieder zu verwerfen, so bald ein reiferes Urtheil mir die Schwäche derselben aufdecken wird.

§ 12.

Einige Metaphysiklehrer behaupten, daß der Körper, vermöge seiner Kraft, sich nach allen Gegenden zur Bewegung bestrebe.

Die neueste Weltweisheit setzet gewisse Begriffe von der wesentlichen Kraft der Körper fest, die nicht allerdings können gebilliget werden. Man nennet dieselbe eine immerwährende Bestrebung zur Bewegung. Ausser dem Fehler, den dieser Begriff, wie ich im Anfange gezeiget habe, mit sich führet, ist noch ein anderer, von dem ich anitzt reden will. Wenn die Kraft eine immerwährende Bemühung zum Würken ist, so wäre es ein offenbarer Wiederspruch wenn man sagen wollte, daß diese Anstrengung der Kraft in Absicht auf die äussern Dinge ganz und gar unbestimmt sey. Denn vermöge ihrer Definition, ist sie ja dahin bemühet ausser sich in andere Dinge zu würken; ja nach denen angenommenen Lehrsätzen derer neuesten Metaphysiklehrer, würket sie würklich in dieselbe. Es scheinen daher diejenigen am richtigsten zu reden, die da sagen, daß sie vielmehr nach allen Gegenden gerichtet sey, als daß sie in Absicht auf die Richtung ganz und gar unbestimmt sey. Der berühmte Herr Hamberger behauptet daher, daß die substantielle Kraft der Monaden sich nach allen Gegenden zur Bewegung

gung gleich bestrebe, und sich daher, so wie eine Wage, durch die Gleichheit der Gegendrücke in Ruhe erhalte.

§ 13.

Erster Einwurf gegen diese Meynung.

Nach diesem System, entstehet die Bewegung, wenn das Gleichgewicht zweyer entgegen gesetzter Tendenzien gehoben ist, und der Körper bewegt sich nach der Richtung der grösseren Tendenz, mit dem Uebermaße der Kraft, das diese über die entgegen gesetzte kleinere erhalten hat. Diese Erklärung befriediget die Einbildungskraft noch zwar in dem Falle, da der bewegende Körper mit dem bewegten immer zugleich fortrücket. Denn dieser Fall ist demjenigen ähnlich, da jemand mit der Hand, eine von zweyen gleichwiegenden Waagschalen unterstützet, und hiedurch die Bewegung der andern verursachet. Allein ein Körper, dem seine Bewegung durch einen Stoß mitgetheilet worden, setzet dieselbe ins unendliche fort, ungeachtet die antreibende Gewalt aufhöret in ihn zu würken. Nach dem angeführten Lehrgebäude aber, würde er seine Bewegung nicht fortsetzen können, sondern, so bald der antreibende Körper abliesse in ihn zu würken, würde er auch plötzlich in Ruhe gerathen. Denn weil die nach allen Gegenden gerichtete Tendenzien, der Kraft des Körpers, von seiner Substanz unzertrennlich sind, so wird das Gleichgewicht dieser Neigungen sich den Augenblick wieder herstellen, so bald die äusserliche Gewalt, die sich der einen Tendenz entgegen gesetzt hatte, zu würken aufhöret.

§ 14.

Zweyter Einwurf gegen dieselbe Meynung.

Es ist dieses aber nicht die einzige Schwierigkeit. Weil ein Ding durchgängig bestimmt seyn

muß,

muß, so wird die Bestrebung zur Bewegung, welche die Substanzen nach allen Gegenden ausüben, einen gewissen Grad der Intensität haben müssen. Denn unendlich kan sie nicht seyn; allein eine endliche Bemühung zum würken, ohne eine gewisse Größe der Anstrengung, ist unmöglich: Daher weil der Grad der Intensität endlich, und bestimmt ist, so setze man: daß ein Körper A von gleich großer Masse, gegen ihn mit einer Gewalt anlaufe, die dreymal stärker ist als alle die Bemühung zur Bewegung, die dieser in der wesentlichen Kraft seiner Substanz hat, so wird er dem anlaufenden nur den dritten Theil seiner Geschwindigkeit durch seine vim inertiae benehmen können: Er wird aber auch selber keine größere Geschwindigkeit erlangen, als die dem Drittheil von der Geschwindigkeit des bewegenden Körpers gleich ist. Nach verrichtetem Stoße also wird A als der anlaufende Körper sich mit zwey Graden Geschwindigkeit, B aber nur mit einem Grade, in eben derselben Richtung fortbewegen sollen. Weil nun B dem Körper A im Wege steht, und so viele Geschwindigkeit nicht annimmt, als er nöthig hat, damit er der Bewegung des Körpers A nicht hinderlich sey; weil er diesem ungeachtet dieses seine Bewegung doch nicht vermögend ist aufzuhalten, so wird sich A würklich nach der Richtung A C * mit der Geschwindigkeit 2, B aber, welches dem Körper A im Wege ist, nach eben dieser Richtung mit der Geschwindigkeit wie 1 bewegen, beyderseits Bewegungen aber werden dennoch ungehindert vor sich gehen. Dieses ist aber unmöglich, es sey denn, daß man setzen wollte,

* Fig. I.

B würde von A durchdrungen, welches aber eine metaphysische Ungereimtheit ist. *

§ 15.

Doppelte Eintheilung der Bewegung.

Es ist Zeit, daß ich diese metaphysische Vorbereitung endige. Ich kan aber nicht umhin noch eine Anmerkung beyzufügen, die ich zum Verstande des folgenden vor unentbehrlich halte. Die Begriffe von dem todten Drucke und von dem Maaße desselben die in der Mechanick vorkommen, setze ich bey meinen Lesern voraus, und überhaupt werde ich in diesen Blättern keine vollständige Abhandlung von allen dem, was zu der Lehre der lebendigen und todten Kräfte gehöret, vortragen; sondern nur einige geringe Gedanken entwerfen, die mir neu zu seyn scheinen, und meiner Haupt-Absicht beförderlich seyn, das Leibnitzische Kräften-Maaß zu verbessern. Daher theile ich alle Bewegungen in zwey Haupt-Arten ein. Die eine hat die Eigenschaft, daß sie sich in dem Körper dem sie mitgetheilet worden selber erhält, und ins unendliche fortdauret, wenn keine Hinderniß sich entgegen setzet. Die andere ist eine immerwährende Würkung, einer stets antreibenden Kraft, bey der nicht einmal ein Widerstand nöthig ist, sie zu ver-

* Man begreifet dieses noch deutlicher, wenn man erweget, daß der Körper A nach verrichtetem Stoße werde in C seyn, wenn B den Punct D, der die Linie A C auf die Helfte theilet, noch nicht überschritten hat; mithin werde jener diesen haben durchdringen müssen, denn sonst hätte er vor ihm keinen Vorsprung erlangen können.

vernichten, sondern die nur auf die äusserliche Kraft beruhet, und eben so bald verschwindet, als diese aufhöret sie zu erhalten. Ein Exempel von der ersten Art, sind die geschossene Kugeln und alle geworfene Körper; von der zweyten Art, ist die Bewegung einer Kugel, die von der Hand sachte fortgeschoben wird, oder sonst alle Körper die getragen, oder mit mäßiger Geschwindigkeit gezogen werden.

§ 16.

Die Bewegung von der ersten Art ist vom todten Drucke nicht unterschieden.

Man begreift leicht, ohne sich in eine tiefe Betrachtung der Metaphysick einzulassen, daß die Kraft, die sich in der Bewegung von der ersten Art äussert, in Vergleichung der Kraft von dem zweyten Geschlechte, etwas unendliches hat. Denn diese vernichtet sich zum Theile selber, und höret von selber plötzlich auf, so bald sich die antreibende Kraft entziehet; man kan sie daher ansehen, als wenn sie jeden Augenblick verschwünde, aber auch eben so oft wieder erzeuget werde. Da hingegen jene eine innerliche Quelle einer an sich unvergänglichen Kraft ist, die in einer fortdaurenden Zeit ihre Würkung verrichtet. Sie verhält sich also zu jener wie ein Augenblick zur Zeit, oder wie der Punct zur Linie. Es ist daher eine Bewegung von dieser Art von dem todten Drucke nicht unterschieden, wie Herr Baron Wolf in seiner Cosmologie schon angemerket hat.

§ 17.

Die Bewegung von der zweyten Art setzet eine Kraft

Weil ich von der Bewegung eigentlich reden will, die sich in einem leeren Raume in Ewigkeit von selber erhält; so will mit wenigem die Natur

voraus, die sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhält.

derselben, nach den Begriffen der Metaphysick, ansehen. Wenn ein Körper, in freyer Bewegung, in einem unendlich subtilen Raume läuft, so kan seine Kraft nach der Summe aller der Würkungen, die er in Ewigkeit thut, abgemessen werden. Denn wenn dieses Aggregat seiner ganzen Kraft nicht gleich wäre, so würde man, um eine Summe zu finden, die der ganzen Intensität der Kraft gleich sey, eine längere Zeit nehmen müssen, als die unendliche Zeit ist, welches ungereimt ist. Man vergleiche nun zweene Körper A, und B, von denen A eine Geschwindigkeit wie 2, B aber eine solche wie 1 hat, so drucket A, von dem Anfange seiner Bewegung an, in Ewigkeit, die unendlich kleine Massen des Raumes, den er durchläuft, mit doppelt mehr Geschwindigkeit wie B, allein er legt auch in dieser unendlichen Zeit einen zweymal größeren Raum zurück als B, also ist die ganze Größe der Würkung, welche A verrichtet, dem Product aus der Kraft, womit er denen kleinen Theilen des Raumes begegnet, in die Menge dieser Theile, proportionirt, und eben so ist es mit der Kraft von B beschaffen. Nun sind beyder ihre Würkungen, in die kleine Moleculas des Raumes, ihren Geschwindigkeiten proportionirt, und die Menge dieser Theile sind ebenfalls wie die Geschwindigkeiten, folglich ist die Größe der ganzen Würkung eines Körpers zu der ganzen Würkung des andern, wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeiten, und also sind ihre Kräfte auch in dieser Verhältniß. *

§ 18.

* Weil ich in dieser Schrift eigentlich der Meynung des Herrn von Leibnitz gewisse Einwürfe entgegen

§ 18.

Zum bessern Begriff dieser Eigenschaft der lebendigen Kräfte, kan man auf dasjenige zurück denken, was im 16ten § gesagt worden. Die todten Drucke können nichts mehr als die einfache Geschwindigkeit zum Maaße haben, denn weil ihre Kraft auf den Körpern, die sie ausüben, selber nicht beruhet, sondern durch eine äußere Gewalt verrichtet wird, so hat der Widerstand der dieselbe überwältiget, nicht in Absicht auf die Stärke, mit der sich diese Kraft in dem Körper zu erhalten sucht, eine gewisse besondere Bemühung nöthig, (denn die Kraft ist in der würkenden Substanz auf keinerley Weise eingewurzelt und bemühet, sich in derselben zu erhalten,) sondern sie hat nur die einzige Geschwindigkeit zu vernichten nöthig, die der Körper gebrauchet den Ort zu verändern. Allein mit der lebendigen Kraft ist es ganz anders. Weil der Zustand, in welchem die Substanz sich befindet, indem sie in freyer Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit fortläuft, sich auf den innerlichen Bestimmungen vollkommen gründet; so ist dieselbe Substanz zugleich dahin bemühet, sich in diesem Zustande zu erhalten. Der äusserliche Widerstand also muß zugleich neben der Kraft, die er brauchet, der Geschwindigkeit dieses Körpers die Wage zu halten,

Zweyter Grund hievon.

gen setzen will, so scheint es, daß ich mir selber widerspreche, da ich in diesem § einen Beweiß zur Bestätigung seiner Meynnng darbiete. Allein in dem letzten Capitel werde ich zeigen, daß des Herrn von Leibnitz Meynung, wenn sie nur auf gewisse Weise eingeschränkt wird, würklich statt habe.

noch eine besondere Gewalt haben die Bestrebung zu brechen, mit der die innerliche Kraft des Körpers angestrengt ist, in sich diesen Zustand der Bewegung zu erhalten, und die ganze Stärke des Widerstandes, der die Körper, die in freyer Bewegung sich befinden, in Ruhe versetzen soll, muß also in zusammengesetzter Verhältniß seyn, aus der Proportion der Geschwindigkeit, und der Kraft, womit der Körper bemühet ist diesen Zustand der Bemühung in sich zu erhalten; d. i. weil beyde Verhältnisse einander gleich seyn, so ist die Kraft, die der Widerstand bedarf, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der anlaufenden Körper.

§ 19.

Ich darf mir nicht versprechen, etwas entscheidendes und unwidersprechliches, in einer Betrachtung zu erlangen, die bloß metaphysisch ist, daher wende mich zu dem folgenden Capitel, welches durch die Anwendung der Mathematick, vielleicht mehr Ansprüche auf die Ueberzeugung wird machen können. Unsere Metaphysick ist wie viele andere Wissenschaften in der That nur an der Schwelle einer recht gründlichen Erkenntniß; GOtt weiß, wenn man sie selbige wird überschreiten sehen. Es ist nicht schwer ihre Schwäche in manchem zu sehen, was sie unternimmt. Man findet sehr oft das Vorurtheil als die gröste Stärke ihrer Beweise. Nichts ist mehr hieran Schuld, als die herrschende Neigung derer, die die menschliche Erkenntniß zu erweitern suchen. Sie wollten gerne eine große Weltweisheit haben, allein es wäre zu wünschen, daß es auch eine gründliche

seyn

seyn möchte. Es ist einem Philosophen fast die einzige Vergeltung vor seine Bemühung, wenn er nach einer mühsamen Untersuchung sich endlich in dem Besitze einer recht gründlichen Wissenschaft beruhigen kan. Daher ist es sehr viel von ihm zu verlangen, daß er nur selten seinem eigenen Beyfall traue, daß er in seinen eigenen Entdeckungen die Unvollkommenheiten nicht verschweige, die er zu verbessern nicht im Stande ist, und daß er niemals so eitel sey, dem Vergnügen, das die Einbildung von einer gründlichen Wissenschaft macht, dem wahren Nutzen der Erkenntniß hindan zu setzen. Der Verstand ist zum Beyfalle sehr geneigt, und es ist freylich sehr schwer, ihn lange zurück zu halten; allein man sollte sich doch endlich diesen Zwang anthun, um einer gegründeten Erkenntniß alles aufzuopfern, was eine weitläuftige reizendes an sich hat.

Zweytes Hauptstück,

Untersuchung der Lehr-Sätze der Leibnitzischen Parthey von den lebendigen Kräften.

§ 20.

Ich finde in der Abhandlung die Herr Bülfinger der Petersburgischen Academie überreichet hat, eine Betrachtung, der ich mich jederzeit als einer Regel in der Untersuchung der Wahrheiten bedienet habe. Wenn Männer von gu-

gutem Verstande, bey denen entweder auf keiner oder auf beyden Theilen die Vermuthung fremder Absichten zu finden ist, ganz wider einander laufende Meynungen behaupten, so ist es der Logick der Wahrscheinlichkeiten gemäß, seine Aufmerksamkeit am meisten auf einen gewissen Mittel-Satz zu richten, der beyden Partheyen in gewisser Maaße Recht lässet.

§ 21.

Ich weiß nicht, ob ich sonst in dieser Art zu denken bin glücklich gewesen, allein in der Streit-Sache von den lebendigen Kräften hoffe ich es zu seyn. Niemals hat sich die Welt in gewisse Meynungen gleicher getheilet als in denen, die das Kräften-Maaß der bewegten Körper betreffen. Die Partheyen sind allem Absehen nach gleich stark, und gleich billig. Es können sich freylich fremde Absichten mit einmischen, allein von welcher Parthey sollte man sagen können, daß sie hievon ganz frey wäre? Ich wähle also den sichersten Weg, indem ich eine Meynung ergreife, wobey beyde große Partheyen ihre Rechnung finden.

§ 22.

Leibnitzens und Cartesens Schätzung der Kräfte.

Die Welt hatte vor Leibnitzen dem einzigen Satze des Cartes gehuldigt, der überhaupt den Körpern, auch denen die sich in würklicher Bewegung befinden, zum Maaße ihrer Kraft nur die bloße Geschwindigkeiten ertheilte. Niemand liesse es sich beyfallen, daß es möglich wäre in dasselbe einen Zweifel zu setzen; allein Leibnitz brachte die menschliche Vernunft durch die Verkündigung eines

neuen

neuen Gesetzes plötzlich in Empörung, welches nach der Zeit eines von denen geworden ist, die denen Gelehrten den grösten Wettstreit des Verstandes dargebothen haben. Cartes hatte die Kräfte der bewegten Körper nach den Geschwindigkeiten schlechthin geschätzet, allein der Herr von Leibnitz setzte zu ihrem Maaße das Quadrat ihrer Geschwindigkeit. Diese seine Regel trug er nicht, wie man denken sollte, nur unter gewissen Bedingungen vor, die der vorigen annoch einigen Platz verstatten; nein, sondern er leugnete Cartesens Gesetze absolut und ohne Einschränkung, und setzte das seinige so fort an dessen Stelle.

§ 23.

Erster Fehler des Leibnitzischen Kräften-Maaßes.

Es sind eigentlich zwey Stücke, die ich an des Herrn von **Leibnitz** Regel auszusetzen finde. Dasjenige wovon ich itzo handeln werde, ziehet in der Sache der lebendigen Kräfte keine Folgen von Wichtigkeit nach sich; man kan es aber dennoch nicht unterlassen anzumerken, damit bey einem so großen Satze nichts versäumet werde, was ihn von allen kleinen Vorwürfen, die man ihm etwa machen möchte, befreyen kan:

Das **Leibnitzische** Kräften-Maaß ist jederzeit in dieser Formul vorgetragen worden: **Wenn ein Körper in würklicher Bewegung begriffen ist, so ist seine Kraft, wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit.** Also ist, nach diesem Satze, das Kennzeichen von diesem Maaße der Kraft nichts wie die **würkliche** Bewegung. Es kan aber ein Körper sich **würklich**, bewegen, obgleich seine Kraft nicht größer ist, als die-

jenige, die er etwa mit dieser Anfangs-Geschwindigkeit bloß durch den Druck ausüben würde. Ich habe dieses in dem vorigen Capitel schon erwiesen, und wiederhole es nochmals. Eine Kugel die ich auf einer glatten Fläche ganz sachte fortschiebe, höret so gleich auf sich ferner zu bewegen, wenn ich die Hand abziehe. Es verschwindet also in einer solchen Bewegung die Kraft des Körpers alle Augenblicke; sie wird aber eben so oft durch einen neuen Druck wieder hergestellet. In demselben Augenblicke also, da der Körper den Gegenstand antrift, ist ihm seine Kraft nicht von der vorigen Bewegung noch eigen, nein, diese ist schon alle vernichtet, nur diejenige Kraft besitzt er, welche ihm die antreibende Gewalt in eben diesem Augenblicke mittheilet, da er den Gegenstand berühret. Man kan ihn also ansehen, als wenn er sich gar nicht beweget hätte, und als wenn er den Widerstand bloß im Ruhestande druckte. Ein solcher Körper ist mithin von demjenigen nicht unterschieden, der einen **todten Druck** ausübet, und daher ist seine Kraft nicht wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit, sondern wie die Geschwindigkeit schlechthin. Dieses ist also die erste Einschränkung, die ich dem **Leibnitzischen** Gesetze mache. Er hätte nicht eine **würkliche** Bewegung allein, als das Kennzeichen der lebendigen Kraft angeben sollen, es war auch nöthig eine **freye** Bewegung hinzuzusetzen. Denn wenn die Bewegung nicht frey ist, so hat der Körper niemals eine lebendige Kraft. Nach dieser Bestimmung wird das Leibnitzische Gesetze, **wo es sonsten nur richtig ist**, in dieser Formul erscheinen müssen: **Ein Körper der sich in**

würk-

würklicher und freyer Bewegung befindet, hat eine Kraft, die dem Quadrat ꝛc. ꝛc.

§ 24.

Was eine würkliche Bewegung sey.

Nunmehro mache ich die zweyte Anmerkung, die uns die Quellen des berüchtigten Streites entdecken wird, und die vielleicht auch das einzige Mittel darbiethet, denselben wieder beyzulegen.

Die Vertheidiger von der neuen Schätzung der lebendigen Kräfte sind hierinn noch mit den Cartesianern einig, daß die Körper, wenn ihre Bewegung nur im Anfange ist, eine Kraft besitzen, die sich wie ihre bloße Geschwindigkeit verhalte. Allein so bald man die Bewegung **würklich** nennen kan, so hat der Körper, ihrer Meynung nach, das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maaße.

Lasset uns nun untersuchen, was eigentlich eine **würkliche** Bewegung sey. Denn dieses Wort war die Ursache des Abfalls von **Cartesen**, allein vielleicht kan sie auch eine Ursache der Wiedervereinigung werden.

Man nennet eine Bewegung alsdenn **würklich**, wenn sie sich nicht bloß in dem Puncte des Anfangs befindet, sondern wenn indem sie währet, eine Zeit verflossen ist, Diese verflossene Zeit, die zwischen dem Anfange der Bewegung, und dem Augenblicke darinn der Körper würket, darzwischen ist, die macht es eigentlich, daß man die Bewegung **würklich** nennen kan.

Man merke aber wohl, daß diese Zeit * nicht etwas von gesetzter und gemessener Größe sey, sondern daß sie gänzlich undeterminirt ist, und nach Be-

* In der Formul des Leibnitzischen Kräftenmaaßes.

Belieben kan bestimmet werden. Das heißt: man kan sie annehmen so klein man will, wenn man sie dazu brauchen soll, eine **würkliche** Bewegung damit anzuzeigen. Denn es ist nicht die und die Größe der Zeit, welche die Bewegung eigentlich **würklich** macht, nein, die Zeit überhaupt ist es, sie sey so klein, oder so groß, wie sie wolle.

§ 25.

Zweyter Hauptfehler des Leibnitzischen Kräften-Maaßes.

Demnach ist die, in der Bewegung aufgewandte Zeit, der wahre und einzige Character der lebendigen Kraft; und sie allein ist es, wodurch diese ein besonderes Maaß vor der todten erhält.

Laßt uns nun die Zeit, die von dem Anfange der Bewegung an verfliesset, bis der Körper einen Gegenstand antrift, in den er würket, durch die Linie A B vorstellig machen, wovon der Anfang in A ist. * In B hat der Körper also eine lebendige Kraft, aber im Anfangspuncte A hat er sie nicht, denn daselbst würde er einen Widerhalt, der ihm entgegen stünde, bloß mit einer Bemühung zur Bewegung drucken. Laßt uns aber ferner folgender Gestalt schliessen. Vors

* Fig. II.

1ste ist die Zeit A B eine solche Bestimmung des Körpers, der sich in B befindet, wodurch in ihn eine lebendige Kraft gesetzet wird, und der Anfangspunct A (wenn ich nemlich den Körper in denselben setze,) ist eine Bestimmung, die ein Grund der todten Kraft ist. Vors

2te. Wenn ich in Gedanken diese Bestimmung, die durch die Linie A B ausgedruckt wird, kleiner mache; so setze ich den Körper dem Anfangspuncte näher, und es läßt sich leicht verstehen, daß wenn ich dieses fortsetzte, der Körper endlich sich

gar

gar in A selber befinden würde; folglich wird die Bestimmung A B durch ihre Abkürzung, der Bestimmung in A immer näher gesetzt werden; denn wenn sie sich dieser gar nicht näherte, so könte der Körper durch die Abkürzung der Zeit, wenn ich sie gleich unendlich fortsetzte, doch niemals den Punkt A gewinnen, welches ungereimt ist. Es kömmt also die Bestimmung des Körpers in C, denen Bedingungen der todten Kraft näher, als in B, in D noch näher als in C, und so ferner, bis er in A selber alle Bedingungen der todten Kraft hat, und die Bedingungen zur lebendigen gänzlich verschwunden sind. Wenn aber

3tens gewisse Bestimmungen, die die Ursache einer Eigenschaft eines Körpers seyn, sich nach und nach in andere Bestimmungen verwandeln, die ein Grund einer entgegengesetzten Eigenschaft sind, so muß die Eigenschaft, die eine Folge der ersteren Bedingungen war, sich zugleich mit ändern, und sich nach und nach in diejenige Eigenschaft verwandeln, die eine Folge der letztern ist. * Da nun wenn ich die Zeit A B, (die eine Bedingung einer lebendigen Kraft in B ist,) in Gedanken abkürze, diese Bedingung der lebendigen Kraft, der Bedingung der todten Kraft nothwendig näher gesetzt wird, als sie in B war; so muß auch der Körper in C würklich eine Kraft haben, die der todten näher kommt, als die in B, und noch näher, wenn ich ihn in D setzte. Es hat demnach ein Körper, der unter der Bedingung der verflossenen Zeit eine lebendige Kraft besitzet, dieselbe nicht in jed-

* Nach der Regel posita ratione ponitur rationatum.

jedweder Zeit, die so kurz seyn kan, als man will; nein, sie muß determinirt und gewiß seyn, denn wenn sie kürzer wäre, so würde er diese lebendige Kraft nicht mehr haben. Es kan also Leibnitzens Gesetze, von der Schätzung der Kräfte, nicht statt finden; denn es legt den Körpern, die sich überhaupt eine Zeit lang bewegt haben, (dies will so viel sagen als **die sich würklich bewegen**) ohne Unterscheid eine lebendige Kraft bey, diese Zeit mag nun so kurz, oder so lang seyn wie man wolle. *

§ 26.

Beweiß eben desselben aus dem Gesetze der Continuität.

Was ich jetzo erwiesen habe, ist eine ganz genaue Folge aus dem Gesetze der **Continuität**, dessen weitläuftigen Nutzen man vielleicht noch nicht genug hat kennen gelernet. Der Herr von **Leibnitz**, der Erfinder desselben, machte ihn zum

* Der kurze Inhalt dieses Beweises ist folgender. Die Zeit die sich zwischen dem Anfange der Bewegung, und dem Augenblicke, darinn der Körper anstößt, befindet, kan so viel kürzer gedacht werden, als beliebig ist, ohne daß sich dadurch verstehen läßt, daß die Bedingung der lebendigen Kraft sich dadurch verlieren werde, § 24; nun ist aber diese Abkürzung ein Grund, woraus verstanden werden kan, daß, wenn man sie fortsetzete, der Körper endlich werde im Anfangspuncte seyn, wo die lebendige Kraft sich würklich verlieret, und dagegen die Bedingung zur todten einfindet; es ist also die Verkleinerung dieser Zeit, kein Grund, der der Bedingung der lebendigen Kraft etwas entziehet, und ist doch zugleich ein Grund hiezu: welches sich widerspricht.

zum Probierstein, an dem die Gesetze des **Cartes** die Probe nicht hielten. Ich halte es vor den grösten Beweiß seiner Vortreflichkeit, daß er fast allein ein Mittel darbietet, das berufenste Gesetze der ganzen Mechanick recht aufzudecken, und in der wahren Gestalt zu zeigen.

Man darf nur seine Aufmerksamkeit auf die Art und Weise richten, wie Herr von **Leibnitz** sich dieses Grundsatzes gegen **Cartesen** bedienet hat, so wird man leicht wahrnehmen, wie er hier müsse angewandt werden. Er beweiset, diejenige Regel, die da statt hat, wenn ein Körper gegen einen stößt, der in Bewegung ist, müsse auch bleiben, wenn er wider einen anläuft, der in Ruhe ist; denn die Ruhe ist von einer sehr kleinen Bewegung nicht unterschieden. Was da gilt, wenn ungleiche Cörper gegen einander laufen, das muß auch gelten, wenn die Cörper gleich sind; denn eine sehr kleine Ungleichkeit, kan mit der Gleichheit verwechselt werden.

Auf diese Weise schließe ich auch: was da überhaupt gilt, wenn ein Körper sich eine Zeitlang beweget hat, das muß auch gelten, wenn gleich nur die Bewegung im Anfange ist, denn eine sehr kleine Dauer der Bewegung, ist von dem bloßen Anfange derselben nicht unterschieden, oder man kan sie füglich verwechseln. Hieraus folgere ich: wenn der Körper überhaupt alsdenn eine lebendige Kraft hat, wenn er sich eine Zeitlang, (sie sey so kurz als man will,) beweget hat, so muß er sie auch haben, wenn er sich erst anfängt zu bewegen. Denn es ist einerley, ob er eben erst anfängt, oder

etwa schon eine ungemein kleine Zeit fortfähret sich zu bewegen. Und also schließe ich; weil aus dem **Leibnitzischen** Gesetze der Kräften-Schätzung diese Ungereimtheit folget, daß selber im Anfangspuncte der Bewegung die Kraft lebendig seyn würde, so könne man ihm nicht beypflichten.

Es ist leicht wahrzunehmen, wie sehr sich der Verstand dawider setzet, wenn dieses Gesetze ihm in dem rechten Lichte der Deutlichkeit vorgelegt wird. Es ist unmöglich sich zu überreden, daß ein Körper der im Puncte A eine todte Kraft hat, eine lebendige, die unendlichmahl größer ist, wie die todte, haben sollte, wenn er sich nur um eine unmerklich kleine Linie von diesem Puncte entfernet hat. Dieser Sprung der Gedanken ist zu plötzlich, es ist kein Weg, der uns von der einen Bestimmung zur andern überführet.

§ 27.

Die in der Bewegung verflossene Zeit mithin auch die Würklichkeit der Bewegung ist nicht die wahre Bedingung unter der dem Körper eine lebendige Kraft zukommt.

Man habe wohl auf das Acht, was hieraus fließet. Die verflossene Zeit, wenn sie undeterminirt vorgetragen wird, kan keine Bedingung zur lebendigen Kraft seyn; und dies habe ich vorher erwiesen, aber wenn sie gleich determinirt, und auf eine gewisse Größe eingeschränkt vorgetragen wird, so kan sie doch nicht die eigentliche Bedingung der lebendigen Kraft abgeben, und dieses beweise ich jetzt folgendergestalt.

Gesetzt man könnte erweisen, daß ein Körper, der diese Geschwindigkeit hat, nach einer Minute eine lebendige Kraft haben werde, und daß diese Minute diejenige Bedingung sey, unter der ihm diese Kraft zukommt; so würde, wenn die Größe die-

dieser Zeit verdoppelt würde, alles dasjenige in dem Körper doppelt seyn, was vorher, nur einzeln genommen, in ihn schon eine lebendige Kraft setzte. Es setzte aber die Größe der ersten Minute zu der Kraft des Körpers eine neue Dimension hinzu; (per hypothesin) also wird die Größe von zwey Minuten, weil sie die Bedingungen, die die erstere in sie enthielte, verdoppelt in sich begreift, zu der Kraft des Körpers eine Dimension mehr hinzu setzen. Der Körper also, der seine Bewegung frey fortsetzet, wird im Anfangspunkte derselben zwar nur eine Kraft von einer Dimension, und nach Verfliessung einer Minute, eine Kraft von zwey Abmessungen haben; allein bey der zweyten Minute hat seine Kraft drey Abmessungen, bey der dritten vier, bey der vierten fünf, und so ferner. Das heißt: seine Kraft wird bey einförmiger Bewegung, bald die Geschwindigkeit schlechthin, bald das Quadrat derselben, bald den Würfel, bald das Quadratoquadrat u. s. w. zum Maaße haben; welches solche Ausschweifungen sind, die niemand unternehmen wird zu vertheidigen.

Man darf an der Richtigkeit dieser Schlüsse nicht zweifeln. Denn wenn man verlanget: daß eine Zeit von bestimmter Größe, die von dem Anfange der Bewegung eines Körpers, bis zu einem gewissen Punkte verfliesset, die Bedingungen der lebendigen Kraft ganz und gar in sich fasse; so kan man auch nicht leugnen, daß in einer zweymal größeren Zeit auch zweymal mehr von diesen Bedingungen seyn würden, denn die Zeit hat keine andere Bestimmungen wie ihre Größe. Und wenn daher eine einfache Zeit der zureichende Grund ist,

eine neue Dimension in die Kraft eines Körpers hineinzubringen; so wird eine zwiefache Zeit zwey solcher Dimensionen setzen (nach der Regel: rationata sunt in proportione rationum suarum). Man kan noch hinzu setzen: daß die Zeit nur deswegen eine Bedingung zur lebendigen Kraft seyn konte, weil der Körper bey der Verfliessung derselben sich von der Bedingung der todten, welche in dem Anfangsaugenblicke bestehet, entfernet; und deswegen diese Zeit eine bestimmte Größe haben müsse, weil er in weniger Zeit sich von den Bestimmungen der todten Kraft nicht genugsam entfernet haben würde, als es die Größe einer lebendigen Kraft erfordert. Da er sich nun in einer größeren Zeit, von dem Anfangsaugenblicke, d. i. von der Bedingung der todten Kraft, immer weiter entfernet: so müste die Kraft des Körpers ins unendliche, je länger er sich beweget, auch bey seiner einförmigen Geschwindigkeit immer mehr und mehr Abmessungen erlangen; welches ungereimt ist.

Es ist also erstens die Abwesenheit der Würklichkeit der Bewegung nicht die wahre und rechte Bedingung, welche der Kraft eines Körpers die Schätzung der schlechten Geschwindigkeit zueignet.

Zweytens, weder die Würklichkeit der Bewegung überhaupt, und die damit verknüpfte allgemeine und unbestimmte Betrachtung der verflossenen Zeit, noch die bestimmte und gesetzte Größe der Zeit, ist ein zureichender Grund der lebendigen Kraft, und der Schätzung derselben nach dem Quadrat.

§ 28.

§ 28.

Wir wollen aus dieser Betrachtung zwey Folgen von Wichtigkeit ziehen.

Die Mathematik kan die lebendigen Kräfte nicht erweisen.

Die erste ist: **daß die Mathematik niemals einige Beweise zum Vortheil der lebendigen Kräfte darbiethen könne**, und daß eine auf diese Weise geschätzte Kraft, wenn sie sonsten gleich statt hat, dennoch zum wenigsten ausserhalb dem Gebiethe der mathematischen Betrachtung sey. Jedermann weiß es, daß, wenn man in dieser Wissenschaft die Kraft eines mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegten Körpers schätzen will, man an keinen bestimmten Augenblick, der in der Bewegung verflossenen Zeit, gebunden sey, sondern daß, in Absicht auf diese Einschränkung, alles unbestimmt und gleichgültig sey. Es ist also die Schätzung der Kraft bewegter Körper, die die Mathematik darreichet, von der Art, daß sie sich über alle Bewegungen überhaupt erstreckt, die Zeit, die darüber verflossen ist, mag so kurz seyn wie man wolle, und daß sie uns hierinn gar keine Grenzen setzet. Eine Schätzung von der Art aber gehet auch auf die Bewegung der Körper die im Anfange ist, § 25. 26. und die also todt ist, und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maaße hat. Und da die lebendigen Kräfte mit den todten zugleich unter einerley Schätzung nicht begriffen seyn können; so siehet man leicht, daß die erstere von einer mathematischen Betrachtung gänzlich ausgeschlossen seyn.

Ueberdem betrachtet die Mathematik in der Bewegung eines Körpers nichts wie die Geschwin-

digkeit, die Masse, und noch etwa die Zeit, wenn man sie dazu nehmen wollte. Die Geschwindigkeit ist niemals ein Grund der lebendigen Kraft; denn der Körper, wenn er gleich nach der Meynung der Leibnitzianer eine lebendige Kraft besässe, würde sie doch nicht in allen Augenblicken seiner Bewegung haben können, sondern es würde eine Zeit nach dem Anfange derselben seyn, darinnen er sie noch nicht hätte, ob in ihm gleich alle Geschwindigkeit schon vorhanden wäre. § 25. 26. Die Masse ist noch viel weniger ein Grund zu derselben. Endlich haben wir eben dasselbe auch von der Zeit erwiesen. Es hat also die Bewegung eines jeden Körpers besonders genommen, nichts in sich, was in einer mathematischen Erwegung eine ihr beywohnende lebendige Kraft anzeigte. Weil nun alle Schlüsse, die man von demjenigen macht, was ein Körper thut der in Bewegung ist, aus denen Notionen müssen hergeleitet werden, die in der Betrachtung der Geschwindigkeit, der Masse, und der Zeit begriffen sind, so werden sie, wenn sie richtig herausgezogen sind, keine Folgerungen darbiethen, die die lebendigen Kräfte festsetzen. Und wenn es scheinet, daß sie ihnen diesen Dienst leisten, so traue man diesem Scheine nicht, denn es würde alsdenn in den Folgerungen mehr enthalten seyn, als die Grundsätze in sich fasseten, d. i. das rationatum würde größer seyn als seine ratio.

Nach so vielfältigen und großen Bemühungen, die sich die Geometrer dieser beyden Jahrhunderte gemacht haben, die Streitsache des **Cartes** und des Herrn von **Leibnitz** durch die Lehren der Mathematik abzuthun, scheinet es sehr seltsam zu

seyn,

seyn, daß ich anfange dieser Wissenschaft die Entscheidung derselben abzusprechen. Man hat zwar eine Zeit her gestritten, ob diese Wissenschaft Cartesens Gesetze günstig sey, oder ob sie die Parthey des Herrn von Leibnitz vertheidige. Allein bey diesem Zwiespalte ist jedermann darinn einig: daß man es, um die Streitfrage der Kräftenschätzung recht aufzulösen, auf den Ausspruch der Mathematik müsse ankommen lassen. Es ist wunderbar genug: daß so große Schlußkünstler auf solche Abwege gerathen seyn sollten, ohne wahrzunehmen, oder auch nur daran zu gedenken, ob dieses auch der Weg sey, der sie zum Besitz der Wahrheit führen könne, welcher sie nachgespüret haben. Allein hier dünkt mich, daß ich Gründe finde, die mich nöthigen alles das Wunderbare in den Wind zu schlagen, und wohin sollte ich mich nach ihrem Ausspruche weiter wenden?

Die zweyte Folge, die ich aus den vorhergehenden Betrachtungen ziehe, ist diese: **daß die Gründe der Mathematik, an statt den lebendigen Kräften günstig zu seyn, vielmehr Cartesens Gesetze immer bestätigen werden.** Dieses muß aus den Sätzen dieses §phi schon klar seyn, und ich kan noch hinzusetzen: daß die mathematische Größen, die Linien, Flächen, u. s. w. eben dieselbe Eigenschaften haben, wenn sie noch so klein seyn, als wenn sie wer weiß was vor eine Größe haben; und daher aus den kleinesten mathematischen Größen, aus den kleinesten Parallelogram, aus dem Fall eines Körpers durch die kleineste Linie, eben dieselbe Eigenschaften und Folgerungen müssen hergeleitet werden können,

Die Mathematik bestätiget schon ihrer Natur nach Cartesens Gesetze.

nen, als dem größesten von diesen Gattungen. Wenn nun eine Linie, die eine Bewegung anzeiget, wie sie alsbald nach dem Anfange beschaffen ist, eben dieselbe Bestimmungen und Eigenschaften, auch eben dieselbe Folgerungen hat, als diejenige Linie die eine Bewegung lange nach dem Anfange andeutet: so wird die Kraft, die man in einer mathematischen Betrachtung der Bewegung eines Körpers herausbringt, niemals andere Eigenschaften haben, als diejenige hat, die auch in der kleinesten Zeit, das ist in einer unendlich kleinen Zeit, von dem Anfangsaugenblicke an in dem Körper vorhanden ist. Da dieses nun eine todte Kraft ist, und daher das Maaß der schlechten Geschwindigkeit an sich hat, so werden alle und jede mathematisch erwogene Bewegungen keine andere Schätzung als einzig und allein die nach der bloßen Geschwindigkeit darlegen.

§ 29.

Wir wissen demnach, noch ehe wir uns in eine nähere Untersuchung der Sache einlassen, daß **Leibnitzens** Anhänger, weil sie sich mit solchen Waffen vertheidigen wollen, die von der Natur ihrer Sache weit entfernet sind, in dem berüchtigten Streite wider **Cartesen** unterliegen werden. Nach dieser allgemeinen Betrachtung wollen wir die Beweise insbesondere in Erwegung ziehen, derer sich **Leibnitzens** Parthey hauptsächlich in dieser Streitsache bedienet hat.

Der Herr von **Leibnitz** ist durch dasjenige, was man bey dem Falle der Körper durch ihre Schwere wahrnimmt, zuerst auf seine Meynung geleitet worden. Allein es war ein unrecht ange-

wand-

wandter Grundsatz des **Cartes**, der ihn zu einem Irrthum führete, welcher nach der Zeit vielleicht der scheinbarste geworden, welcher sich jemals in die menschliche Vernunft eingeschlichen hat. Er setzte nemlich folgenden Satz fest: Es ist einerley Kraft nöthig einen vier Pfund schweren Körper einen Schuh hoch zu heben, als einen einpfündigen vier Schuhe.

§ 30.

Der Satz der den Herrn von Leibnitz zuerst auf die lebendigen Kräfte gebracht hat.

Weil er sich auf den Beyfall aller Mechaniker seiner Zeit beruft, so dünkt mich, er habe diesen Satz aus einer Regel des **Cartes** gefolgert, deren dieser sich bediente die Natur des Hebels zu erklären. **Cartes** nahm an, daß die an einen Hebel angehangene Gewichte, die unendlich kleinen Räume durchliefen, die in ihrer Entfernung vom Ruhepuncte können beschrieben werden. Nun sind zwey Körper alsdenn im Gleichgewichte, wenn diese Räume gegen einander umgekehrt wie die Gewichte der Körper sind; und also schloß **Leibnitz**, ist nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe vier zu erheben, als einen andern dessen Masse vier ist, zur einfachen Höhe. Man wird leicht gewahr, daß diese Schlußfolge aus **Cartesens** Grundregel nur alsdenn herfliesse, wenn die Zeiten der Bewegung gleich seyn. Denn bey der Schnellwaage, sind diese Zeiten einander gleich, darinn die Gewichter ihre unendlich kleine Räume durchlaufen würden. Der Herr von **Leibnitz** ließ diese Bedingung aus der Acht, und schloß auch auf die Bewegung in Zeiten die einander nicht gleich seyn.

§ 31.

Des Herrn Herrmanns Beweiß, daß die Kräfte wie die Höhen sind, die sie durch dieselben erreichen können.

Die Vertheidiger dieses Mannes scheinen den Einwurf gemerkt zu haben, den man ihnen wegen der Zeit machen könnte. Daher haben sie ihre Beweise so einzurichten gesucht, als wenn der Unterscheid der Zeit bey der Kraft, welche die Körper durch den Fall erlangen, durchaus vor nichts anzusehen sey.

* Fig. III.

Es sey die unendliche Feder AB, * welche die Schwere vorstellet, die den Körper in währendem Falle aus A in B verfolget; so, sagt Herr Herrmann, werde die Schwere dem Körper in jedem Puncte des Raumes einen gleichen Druck mittheilen. Diese Drucke bildet er durch die Linien AC, DE, BF, u. s. w. ab, die zusammen das Rektangulum AF ausmachen. Der Körper hat also nach seiner Meynung wenn er den Punct B erreicht hat, eine Kraft, die der Summe aller dieser Drucke, d. i. dem Rectangulo AF gleich ist. Es verhält sich also die Kraft in D, zur Kraft in B, wie das Rectangulum AE, zum Rectangulo AF, d. i. wie der durchgelaufene Raum AD, zum Raum AB, mithin wie die Quadrate der Geschwindigkeiten in D und B.

So schließt Herr Herrmann, indem er behauptet, daß die Wirkung welche die Schwere in einem Körper thut, welcher frey fällt, sich nach dem Raume richte, den er im Fallen zurück legt.

Die Cartesianer hingegen behaupten, daß die Wirkung der Schwere, nicht denen, in aufgehaltener Bewegung, zurückgelegten Raumen, sondern den Zeiten proportionirt seyn, in welchen der

Kör-

Körper entweder fällt oder zurück steigt. Ich werde itzo einen Beweiß geben, der die Meynung der Cartesianer ausser Zweifel setzen wird, und daraus man zugleich wird einsehen lernen, worinn der scheinbare Beweiß des Herrn **Herrmanns** fehle.

§ 32.

Beweis der den Fall des Herrn Herrmanns widerleget.

Es ist gleich viel Kraft nöthig, eine einzige von den fünf gleich gespannten Federn * A, B, C, D, E, eine Secunde lang zuzudrücken, als sie alle fünfe nach und nach binnen eben dieser Zeit zuzudrücken. Denn man theile die Secunde als die Zeit, wie lange der Körper M die Feder A zugedrückt hält, in fünf gleiche Theile, an statt daß nun M alle diese fünf Theile der Secunde hindurch, auf die Feder A losdrückt, so nehme man an, daß er die Feder A nur in dem ersten Theil der Secunde drücke, und daß in dem zweyten Theil der Secunde, an statt der Feder A, die andere B, die gleichen Grad der Spannung hat, untergeschoben werde, so wird in der Kraft die M zu drücken brauchet, bey dieser Verwechslung kein Unterscheid anzutreffen seyn. Denn die Federn B und A sind in allem vollkommen gleich, und also ists einerley, ob in dem zweyten Secundtheile annoch dieselbe Feder A oder ob B gedruckt werde. Eben so ist es gleich viel, ob M in dem dritten Theil der Secunde, die dritte Feder C spanne, oder ob er in diesem Zeittheile annoch auf die vorige B drückte; denn man kan eine Feder an der andern Stelle setzen, weil sie nichts unterschieden seyn. Es wendet also der Körper M so viel Kraft an, die einzige Feder A eine ganze Secunde lang zugedrückt zu halten, als er braucht

* Fig. IV.

fünf solcher Federn binnen eben dieser Zeit nach und nach zu spannen. Eben dieses kan gesagt werden, man mag die Menge der Federn auch ins unendliche vermehren, wenn die Zeit des Druckes nur gleich ist. Es ist also nicht die Menge der zugedrückten Federn, wornach die Kraft des Körpers der sie alle spannet abgemessen wird, sondern die Zeit der Druckung ist das rechte Maaß.

Jetzt laßt uns die Vergleichung die Herr **Herrmann** zwischen der Wirkung der Federn und dem Druck der Schwere anstellet, annehmen, so werden wir finden, daß die Zeit, wie lange die Kraft des Körpers der Schwere widerstehen kan, und nicht der zurückgelegte Raum, dasjenige sey, wornach die ganze Würkung des Körpers müsse geschätzt werden.

Dieses ist also der erste Versuch, der wie ich glaube dasjenige bestätigt, was ich oben gesagt habe, daß nemlich **Cartesens** Meynung in mathematischen Beweisen das Gesetze des Herrn von **Leibnitz** übertreffe.

§ 33.

Der Cartesianer Fehler in Behauptung eben derselben Sache.

Ich finde in dem Streite der **Cartesianer**, wider die Vertheidiger der lebendigen Kräfte, den die Frau **Marquisin von Chastelet** mit vieler Beredsamkeit ausgeführet hat, daß sich jene auch des Unterschiedes der Zeit bedienet haben, um die Schlüsse der **Leibnitzianer** von dem Falle der Körper unkräftig zu machen. Allein aus demjenigen, was sie aus der Schrift des Herrn von Mairan, gegen die neue Schätzung der Kräfte anführet,

ret, sehe ich, daß ihm der wahre Vortheil unbekannt gewesen sey, den er aus dem Unterscheide der Zeit hätte ziehen können, und den ich im vorhergehenden § angezeigt zu haben glaube, welcher gewiß so einfach und deutlich ist, daß man sich wundern muß, wie es möglich gewesen ihn bey einem solchen Lichte des Verstandes nicht wahrzunehmen.

Es ist gewiß recht seltsam, wie weit sich diese Männer verirret haben, indem sie einem wahren Gesetze der Natur nachgingen, daß nemlich die Kraft, die die Schwere einem Körper raubet, der Zeit und nicht dem Raum proportionirt sey. Nachdem sie sich so weit vergangen, daß sie den **Leibnitzianern** zugegeben, ein Körper könne mit doppelter Geschwindigkeit vierfache Wirkung thun, nachdem sie sage ich ihre Sache so verdorben haben, so sind sie genöthigt sich mit einer ziemlich schlechten Ausflucht zu retten, daß nemlich der Körper zwar eine vierfache Wirkung, aber nur in doppelter Zeit thue. Sie dringen daher ungemein ernstlich darauf, daß die Kräfte zweyer Körper nach denen Würkungen geschäzt werden müssen, die sie in gleichen Zeiten thun, und daß man darauf gar nicht zu sehen habe, was sie etwa in ungleichen Zeiten ausrichten können. Man hat dieser Ausflucht mit unendlicher Deutlichkeit begegnet, und ich begreife nicht wie es möglich gewesen ist, sich dem Zwange der Wahrheit noch ferner zu widersetzen.

Wir sehen aber auch hieraus, daß es eigentlich nur die Fehlschlüsse der **Cartesianer** seyn, welche **Leibnitzens** Parthey triumphiren machen, und daß sie den Streit gar nicht durch die Schwäche ihrer

ihrer Sache verlieren. Sie würden allemal die Oberhand behalten, wenn sie die rechte Waffen ergreifen möchten, die ihnen die Natur der Sache eigentlich darbiethet.

§ 34.

Ein Zweifel des Herrn Lichtscheids wird gehoben.

Ich habe erwiesen, daß die Wirkungen, welche die Schwere ausübet, und der Widerstand, den sie im Hinaufsteigen verübet, sich wie die Zeit verhalte, welche die Körper in der Bewegung zubringen. Allein, ich besinne mich auf einen Fall, der vielleicht scheinbar gnug ist diesen Satz bey einigen zweifelhaft zu machen. Herr **Lichtscheid** bemerket in den Actis Erudit., wenn man einen Perpendikel * aus D auf eine solche Art fallen läßt, daß sich der Faden an dem Wiederhalte E anleget, mithin indem er aus B in C wieder in die Höhe steiget einen kleinern Circul beschreibet, so erlange er doch, vermöge seiner in B erhaltenen Geschwindigkeit, wieder die Höhe CF, welche der Höhe DG gleich ist, von der er herunter gefallen. Es ist aber die Zeit, die der Perpendikel, im Falle durch den Bogen DB, zubringt, länger, als die Zeit in der er bis zu C wieder in die Höhe steigt. Also hat die Schwere dorten in den Perpendikel länger, als wie hier gewirket. Man sollte nun denken, wenn es wahr ist, was ich vorher erwiesen habe, daß die Schwere in größern Zeiten größere Wirkung thue, so habe der Körper in B eine größere Geschwindigkeit erhalten müssen, als die Schwere in der Bewegung aus B in C ihm wieder zu nehmen im Stande ist. Er müste also vermittelst dieser Geschwindigkeit vermögend seyn sich noch über den Punct C hin-

* Fig. V.

hinauf zu schwingen, welches doch nach den Beweisen des Herrn Lichtscheids falsch ist.

Wenn man aber nur bedenket, daß der Faden AB, dem Körper, indem er sich aus D in B beweget, stärker entgegen gesetzt ist und den Fall durch seine Schwere mehr hindert, als der Faden EB, oder EC, in dem Falle aus C in B; so lässet sich auch leicht begreifen, daß das Element der Kraft, welches sich in allen Augenblicken des Hinabsteigens aus D in B in den Körper häuffet, und sammlet, kleiner sey wie die elementarische Kraft die die Schwere im Gegentheil in den Körper C jedweden Augenblick hineinbringt, wenn er aus C in B hinabsinket. Denn da es einerley ist, ob ein Körper, der an einen Faden befestiget ist, durch den Zurückhalt A genöthiget werde den Cirkelbogen DB oder CB durchzulaufen, oder ob er auf einer eben so gekrümmten Fläche BD CB frey hinab kugele, so kan man sich vorstellen, als wenn der Fall von dem wir reden auf zwey solchen holen mit einander verbundnen Flächen würklich geschehe. Nun ist die Fläche DB stärker gegen die Horizontallinie geneigt als die andere CB, mithin ist in jener der Körper zwar den Antrieben der Schwere länger ausgesetzt, als in dieser, allein die Fläche hindert davor auch einen grösseren Theil der Schwere, die bemühet ist sich dem Körper einzuverleiben, als es die andere CB thut.

Ich hätte der Auflösung dieses Einwurfs überhoben seyn können, weil die Anhänger des Herrn von Leibnitz seine Schwäche selber wahrgenommen zu haben scheinen, da ich nirgends finde, daß sie sich dessel-

ben

ben bedienet hätten. Allein Herr von **Leibnitz**, der von Herrn **Lichtscheiden** zum Richter seiner Abhandlung erwählet worden war, ertheilet derselben einen rühmlichen Beyfall, und sein Ansehen ist es, welches ihm einiges Gewicht beylegen könnte.

§ 35.

Ehe ich die Materie, **von dem Falle der Körper durch ihre Schwere** verlasse, will ich den Vertheidigern der lebendigen Kräfte noch einen Fall aufzulösen geben, der wie mich dünkt hinlänglich darthun soll: daß die Betrachtung der Zeit von der Schätzung der Kraft die die Schwere in einen Körper hineinbringt unmöglich ausgeschlossen werden könne, wie Herr von **Leibnitz**, und die Vertheidiger desselben, uns bis daher haben überreden wollen.

§ 36.

Neuer Fall der darthut, daß in der Schätzung der Kraft die durch die Schwere entstehet, die Zeit nothwendig mit müsse in Erwegung gezogen werden.

Der Fall ist folgender: Ich stelle mir auf die, den **Cartesianern** und **Leibnitzianern** gewöhnliche Art, die Drucke der Schwere, die einem Körper von der Höhe * ab, bis zur Horizontallinie bc mitgetheilet werden, durch die unendliche Anzahl Blechfedern AB, CD, EF, GH, vor. Ferner setze ich einen Körper m auf die schiefe Fläche ac und einen andern l lasse ich von a in b frey herunter fallen. Wie werden nun die **Leibnitzianer** die Kraft des Körpers m, der durch den Druck der Federn die schiefe Fläche ac herunter getrieben wird, am Ende dieses schrägen Falles in c schätzen? Sie können nicht anders, als das Product, aus der Menge Federn die den Körper aus a bis in c antreiben, in die Kraft, die jede Feder demselben nach der Richtung ac eindrücket, zum

* Fig. VI.

Maaße

Maaße angeben, denn dieses erfordert ihr Lehrgebäude, wie wir aus dem Falle des Herrn **Herrmanns**, § 31. gesehen haben. Und eben so werden sie auch die Kraft, die sich in dem andern Körper l findet der von a bis in b frey fällt durch das Factum, aus der Menge Federn von denen er fortgetrieben worden, in die Intensität, womit jede ihn fortgestoßen hat, zu schätzen genöthiget. Es ist aber die Anzahl Federn von beyden Seiten, so wohl die schiefe Fläche ac, als die Höhe ab hindurch, gleich, also bleibt nur die Stärke der Kraft, die jede Feder in beyden Fällen in ihren Körper hineinbringt, zum wahren Maaße der in b und c erlangten Kräfte der Körper l und m übrig. Diese Stärke, womit eine jede von denen Blechfedern den Körper m nach der Richtung der schiefen Fläche ac drucket, verhält sich zu der Intensität des Druckes eben dieser Blechfedern auf den Körper l nach der Richtung seiner Bewegung ab, wie ab zu ac; wie uns die erste Anfangsgründe der Mechanik lehren. Es wird also die Kraft, die der Körper l am Ende des Perpendikular-Falles in b hat, zu der Kraft, die m am Ende des schiefen Falles in c hat, sich gleichfalls wie ac zu ab verhalten; welches ungereimt ist, denn beyde Körper haben in b und c gleiche Geschwindigkeiten, und also auch gleiche Kräfte.

Die Cartesianer entgehen diesem Einwurfe, indem sie die Zeit mit herbeyziehen. Denn obgleich jede Feder in den Körper m auf der schiefen Fläche ac weniger Kraft hineinbringet, (weil ein Theil durch den Widerstand der Fläche verzehret wird,) so würken davor diese Federn in den Körper

m

m viel länger als in den Körper l, der ihrem Drucke eine viel kürzere Zeit ausgesetzet ist.

§ 37.

Nachdem ich erwiesen habe, daß die Betrachtung derer durch die Schwere fallenden Körper den lebendigen Kräften auf keinerley Weise vortheilhaft sey, so ist es Zeit eine andere Gattung von Beweisen in Erwegung zu ziehen, auf die sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte jederzeit sehr viel zu gute gethan haben. Es sind diejenige, die ihnen die Lehre von der Bewegung elastischer Körper darzubieten scheinet.

§ 38.

Es sind in der Trennung, die des Herrn von Leibnitz Kräftenschätzung in der Welt veranlasset hat, so viel Verblendungen und Abwege unter den Geometrern entstanden, als man bey so großen Schlußkünstlern kaum vermuthen sollte. Die Nachrichten, die man uns von allen den Vorfällen dieses berüchtigten Streites aufbehalten wird, werden dereinst in der Geschichte des menschlichen Verstandes eine sehr nutzbare Stelle einnehmen. Keine Betrachtung ist siegreicher über die Einbildung derjenigen, die die Richtigkeit unserer Vernunftschlüsse so sehr erheben, als solche Verführungen, denen die scharfsinnigsten Meister der Geometrie in einer Untersuchung nicht haben entgehen können, die ihnen vor andern Deutlichkeit und Ueberzeugung hätte gewähren sollen.

Es wäre unmöglich gewesen auf solche Abwege zu gerathen, wenn die Herren Leibnitzianer sich hätten

ten die Mühe geben wollen auf die Construction derer Beweise selber ihre Aufmerksamkeit zu richten, die sie jetzt als unüberwindliche Beweisthümer vor die lebendige Kräfte ansehen.

§ 39.

Die Summe aller Beweise die aus der Bewegung elastischer Körper hergenommen sind.

Fast alle Beweise, zum wenigsten die scheinbarsten, unter denen die man vor die lebendigen Kräfte, von der **Bewegung elastischer Körper durch den Stoß**, entlehnet hat, sind auf folgende Art entsprungen. Man hat die Kraft, die sich in ihnen nach verübtem Stoße befindet, mit der Kraft vor dem Anstoße verglichen. Jene ist größer befunden worden als diese, wenn man sie nach dem Produkt aus der Masse in die Geschwindigkeit geschätzet hat, allein nur alsdenn zeigte sich eine vollkommene Gleichheit, wenn man an statt der schlechten Geschwindigkeit, das Quadrat derselben setzete. Hieraus haben die Herren Leibnitzianer geschlossen, ein elastischer Körper würde nie vermögend seyn in diejenige die er stößt so viel Bewegung hineinzubringen, als würklich geschiehet, wenn seine Kraft nur schlechthin wie seine Geschwindigkeit wäre; denn nach diesem Maaße sey die Ursach immer kleiner als die hervorgebrachte Würkung.

§ 40.

Die Leibnitzianer widerlegen ihre Schlüße durch ihre eigene mechanische Lehrgebäude.

Dieser Schluß wird durch die Lehrsätze dererjenigen selber, die sich desselben bedienet haben, vollkommen widerleget. Ich will **Wrens, Wallis, Huygens**, und anderer mechanische Entdeckungen nicht anführen. Der Herr Regierungs-

Rath und Freyherr von **Wolf** soll mein Gewährsmann seyn. Man sehe seine Mechanik die in aller Händen ist, man wird darinn Beweise finden, die keinen Zweifel mehr übrig lassen, daß die elastische Körper dem Gesetze, **von der Gleichheit der Würkungen und der Ursache**, ganz gemäß, alle die Bewegungen andern Körpern ertheilen, ohne daß man nöthig hat in ihnen eine andere Kraft, als die bloße Geschwindigkeit zu setzen. Ich kan noch dazu thun, daß man die lebendigen Kräfte gar nicht, auch nicht dem Nahmen nach, kennen darf, ohne daß dieses im gringsten hinderlich seyn sollte, zu erkennen, daß von der Kraft eines federharten Körpers, in dem Anlaufe gegen andere gleichartige, die und die Bewegungen herfliessen werden, die jedweder aus derselben herleitet. Ist es nicht seltsam, nach einem geometrischen Beweise, darinn man die nach der bloßen Geschwindigkeit geschätzte Kraft, hinlänglich befunden, eine gewisse Größe der Bewegung in andern Körpern daraus herzuleiten, ich sage nach einem solchen Beweise, sich noch den Gedanken einkommen zu lassen, daß diese Kraft nicht groß genug dazu sey? Heißt dieses nicht, alles wiederruffen, was einmal in aller Strenge erwiesen worden, und das bloß wegen einer gringen Anscheinung zum Gegentheil? Ich bitte diejenige, die diese Blätter lesen, nur die Mechanik, die ich angeführt habe, hiemit zusammen zu halten, sie können nichts anders als die größeste Ueberzeugung fühlen: daß sie gar keinen Begriff von der Schätzung nach dem Quadrate nöthig haben, um in aller Strenge diejenigen Folgen und Bewegungen zu finden, die man den federharten Körpern zuzueignen pfleget.

Wir

Wir wollen uns also von diesem Fußsteige durch alle Verführungen nicht ableiten lassen. Denn was in einem geometrischen Beweise als wahr befunden wird, das wird auch in Ewigkeit wahr bleiben.

§ 41.

Der Fall des Herrn Herrmanns von dem Stoße dreyer elastischer Körper.

Lasset uns dasjenige in einem besonderen Falle darthun, was wir überhaupt erwiesen haben. Herr Herrmann lässet in der Abhandlung, die er zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte verfertiget hatte, einen Körper * A, dessen Masse 1, und die Geschwindigkeit 2 ist, auf einer vollkommen glatten Fläche, eine Kugel B, die ruhig, und deren Masse 3 ist, nachher aber, indem A von der Kugel B abprellet und mit einem Grade Geschwindigkeit wieder zurückkehret, eine Kugel C, die 1 zur Masse hat, stoßen. Die Kugel A wird der Kugel B einen Grad Geschwindigkeit, und dem Körper C auch einen mittheilen, und alsdenn wird sie sich in Ruhe befinden. Herr Herrmann schließt hieraus, wenn die Kräfte nur wie die Geschwindigkeiten wären, so würde A vor dem Stoße eine Kraft wie 2 haben, nach dem Stoße aber würde sich in den Körpern B und C zusammen eine vierfache Kraft befinden, welches ihm ungereimt zu seyn scheinet.

* Fig. VII.

Wir wollen untersuchen, wie der Körper A mit einer Kraft wie 2, in die Körper B und C eine vierfache Kraft ohne ein Wunderwerk hineinbringen könne, oder ohne daß es nöthig sey die lebendigen Kräfte zu Hülfe zu rufen. Man stelle sich die elastische Kraft des Körpers * A, die durch den Stoß würksam wird, durch die Feder AD und

* Fig. VIII.

die Elasticität der Kugel B, durch die Feder DB vor. Wir wissen nun aus den ersten Gründen der Mechanik: daß der Körper A in die Kugel B vermittelst der Federn so lange noch immer neue Drückungen und Kräfte hineinbringe, bis sich B und A mit gleichen Geschwindigkeiten fortbewegen, welches alsdenn geschiehet, wenn die Geschwindigkeit dieser Körper sich zur Geschwindigkeit der Kugel A vor dem Anlaufe verhält, wie die Masse A zur Summe beyder Massen A und B zusammen; d. i. in dem gegenwärtigen Falle, wenn sie sich mit $\frac{1}{2}$ Geschwindigkeit in der Richtung BE fortbewegen: Niemand leugnet es, daß hierinn noch die Würkung der nach der Geschwindigkeit geschätzten Kraft proportional befunden werde. Allein laßt uns auch untersuchen, was denn mit den Federn AD und DB geschehe, indem der Körper A vermittelst ihrer in die Kugel B würket. Weil die Feder AD in dem Punkte D eben so viel Kraft gegen die Feder DB anwenden muß, als diese dem Körper B eindrücken soll; die Kugel B aber der Würkung, welche in sie geschiehet eben so stark widerstehet, so ist klar: daß die Feder DB, durch die Anstrengung der andern Feder, mit eben derselben Grade Kraft werde zusammen gedrückt werden, als sie in die Kugel B hineinbringet. Eben desgleichen wird die Kugel A ihre Feder AD mit eben demselben Grade zusammen drücken, womit diese im Punkte D in die Feder DB würket; weil nemlich diese Feder der Feder AD eben so stark entgegen drücket, als diese in sie würket, mithin auch eben so stark als die Kugel A diese seine Feder zusammen zu drücken bemühet ist. Da nun die Kraft womit die Feder DB gespannet wird

dem

dem Widerstande der Kugel B, mithin auch der Kraft, welche diese Kugel hindurch empfängt, gleich ist; die Kraft der Zusammendrückung der Feder AD aber jener auch gleich ist: so sind beyde so groß, als die Kraft die der Körper B hiebey erhalten hat, d. i. womit er sich mit einer Masse wie 3, und $\frac{1}{2}$ Grad Geschwindigkeit beweget. Wenn daher diese beyde Federn aufspringen; so giebt die Feder DB der Kugel B eine Geschwindigkeit, die der, vor dem Aufspringen gleich ist, nemlich $\frac{1}{2}$; und die Feder AD dem Körper B, weil er dreymal weniger Massen hat als B, auch dreymal so viel Geschwindigkeit, nemlich $1 + \frac{1}{2}$ Grad; denn wenn die Kräfte gleich seyn, so sind die Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniß der Massen, per hypothesin. Also hat die Kugel B von dem Anlaufe des Körpers A, und hernach auch von dem Aufspringen ihrer Feder, zusammen 1 Grad Geschwindigkeit, in der Richtung BE. Die Kugel A aber, weil die Geschwindigkeit $\frac{1}{2}$, die in ihr nach dem Anlaufe in der Richtung AE noch übrig war, von derjenigen, welche die Aufspringung der Feder in sie nach der Richtung AC hineinbrachte, muß abgezogen werden, empfängt auch ein Grad Geschwindigkeit womit sie sich in der Richtung AC fortbeweget, * welches gerade der Fall ist den Herr Herrmann vor unmöglich gehalten hat nach dem Cartesianischen Gesetze zu erklären.

* Den Körper C mische ich hiebey nicht mit ein, denn weil seine Geschwindigkeit und Masse in nichts von der Masse und Geschwindigkeit der Kugel B unterschieden ist, so wird er von Herrn Herrmann ohne Noth an statt des Körpers B eingeschoben.

Ich schliesse hieraus: Der Körper A könne mit 2 Graden Geschwindigkeit, und auch mit 2 Graden Kraft, die Würkung vollkommen ausrichten, die Herr Herrmann ihm abstreiten wollen; und man verletze das Gesetz, von der **Gleichheit der Ursachen und Würkungen**, wenn man behauptet, er habe 4 Grade Kraft gehabt, und doch nur so viel ausgerichtet, als er mit 2 ausrichten können.

§ 42.

Der Grund des Irrthums in der Schlußrede des Herrn Herrmanns.

Wir wollen in dem Schlusse des Herrn Herrmanns noch den rechten Punct der Falschheit aufsuchen, der sich zugleich fast allenthalben findet, wo man nur die elastische Körper zum Behuf der lebendigen Kräfte hat brauchen wollen. Man hat also geschlossen: die Kräfte der Körper nach dem Stoße müssen der Kraft vor demselben gleich seyn; denn die Würkungen sind so groß wie die Ursachen, die sich erschöpfet haben sie hervorzubringen. Hieraus ersehe ich, daß sie davor gehalten haben, der Zustand und die Größe der Kraft, nach geschehenem Stoße, sey einzig und allein eine Würkung der Kraft, die in dem anlaufenden Körper vor dem Anstoße befindlich war. Dieses ist der Fehltritt, dessen Folgen wir gesehen haben. Denn die Bewegungen die eigentlich, und auf eine vollständige Art, von der Kraft des anlaufenden Körpers A herrühren, sind nichts mehr, als daß sich A und B da wie die Feder zusammen gedrückt war, mit $\frac{1}{2}$ Geschwindigkeit beyde fortbewegten, die Zusammendrückung der Feder war nicht so wohl eine besondere Würkung der Kraft womit A gegen B fortrückte, als vielmehr eine Folge von der Trägheitskraft beyder Körper. Denn B konnte die Kraft $1 + \frac{1}{2}$ nicht erlangen, ohne eben so stark gegen die drückende Feder

Feder DB zurück zu würken, und die Feder AD könnte also keine Kraft in B hineinbringen, ohne daß der Zustand der Gleichheit des Druckes und Gegendruckes nicht zugleich die Feder BD gespannet hätte. Ferner konte der Körper A die Feder DB vermittelst seiner Feder AD nicht drücken ohne daß diese eben hiedurch mit einem gleichen Grade der Intensität wäre gespannet worden. Man darf sich darüber nicht wundern, daß auf diese Weise zwey ganz neue Kräfte in die Natur kommen, die vorher in A alleine nicht befindlich waren. Dieses geschiehet würklich jederzeit wenn auch ein unelastischer Körper in einen andern würket, nur daß in diesem Falle die Folgen dieser neuen Kraft, nicht wie bey federharten Körpern, aufbehalten werden, sondern verlohren gehen. Denn in dem Augenblicke, darinn A mit der Kraft x in B würket, empfängt nicht allein B diese Kraft nach der Richtung Bc, sondern B würket zugleich noch mit der Intensität x in A wieder zurück. Es sind also vors erste 2x in der Natur vorhanden; nemlich x vor den Druck der Kugel A gegen B, und ebenfalls x vor den Gegendruck der Kugel B: Zweytens noch x, als die Kraft die aus A in B nach der Richtung Bc übertritt. Die beyden erste Gewalten werden in dem Zusammenstoße elastischer Körper angewandt, zwey Federn zu spannen, die hernach, wen sie aufspringen, denen Körpern ihre Kräfte mittheilen. Die elastischen Körper sind daher diejenige Maschinen der Natur, welche angelegt seyn, die ganze Größe der Kraft aufzubehalten, die in dem Augenblicke des Zusammenstoßes in der Natur befindlich ist; denn ohne diese würde ein Theil der Kräfte verlohren gehen, die der Conflictus der Körper in die Welt gebracht hat.

In dem Augenblicke, darinnen auch unelastische Körper sich stoßen, ist mehr Kraft in der Ausübung, als vor dem Stoße war.

§ 43.

Ich habe, in der Auflösung des Herrmannischen Falles, nichts gesagt, was diesem Philosophen im Grunde des Beweises hätte unbekannt seyn können; oder was die ansehnlichsten Verfechter der lebendigen Kräfte würden zu leugnen verlangen, wenn es darauf ankäme, daß sie sich deswegen erklären sollten. Herr Herrmann muste nothwendig wissen, wie man die Bewegungen, die in dem Stoße elastischer Körper entsprungen, aus ihrer bloßen Geschwindigkeit herleiten können; denn ohne dieses hätte es ihm unmöglich a priori bekannt seyn können: daß eine Kugel von einfacher Masse, in dem Stoße gegen eine dreyfache, mit zwey Graden Geschwindigkeit, vier Grade Kraft hervorbringe. Ich sage, dieser Fall hätte ihm selber, ohne die Art der Auflösung, welche wir gegeben haben, nicht bekannt seyn können; denn jedermann weiß: daß man in einer mechanischen Untersuchung, die Bewegungen, die ein elastischer Körper durch den Stoß hervorbringt, finde, indem man dasjenige zuerst insbesondere suchet, was er ohne seine Federkraft thut, und hernach die Würkung der Elasticität dazu nimmt, beydes aber nach demjenigen bestimmet, was er nach Proportion seiner Masse und seiner schlechten Geschwindigkeit thun kan. Man kan nichts stärkeres, in der Art der Schlußrede, die man ein argumentum ad hominem nennet, gegen den Herrn Herrman und die Leibnitzianer überhaupt vorbringen. Denn sie müssen entweder bekennen: daß alle Beweise, darinn sie bis daher einig gewesen, den Grund von den Bewegungen zu geben, welche in dem Stoße elastischer Körper entspringen, falsch gewesen; oder sie müssen gestehen: daß ein solcher Körper, allein mit der, der Masse und Geschwindigkeit

schlechthin zusammengenommen proportionirten Kraft, die Bewegungen hervor gebracht habe, weswegen sie ihn das Quadrat der Geschwindigkeit nöthig zu haben glaubten.

§ 44.

Der Frau von Chastelet ist diese Auflösung unbekannt gewesen.

Ich werde durch den Streit der Frau **Marquisin von Chastelet** mit dem Herrn von **Mairan** überführet, daß es nicht überflüßig gewesen sey, jetzo eine ausführliche Entwickelung, der Art und Weise, wie die elastische Körper durch den Stoß eine größere Quantität der Bewegung in die Welt bringen, als vor dem Stoß darinn gewesen, gegeben zu haben. Denn wenn Herr von **Mairan** saget: **Die elastische Kraft sey eine wahre Maschine der Natur, &c. &c. daß wenn man alle Würkungen des Stoßes elastischer Körper besonders betrachten will, indem man dasjenige als positiv summiret, was sie in den beyden entgegen gesetzten Richtungen geben, man die neue Kraft, die daraus in der Natur zu entspringen scheinet, und sich durch den Stoß äussert, keinesweges der Thätigkeit des stoßenden Körpers zuschreiben müsse, als wenn er dieselbe nur in den gestoßenen übertrüge, sondern einer fremden Quelle der Kraft &c. &c. Mit einem Worte einer gewissen physicalischen Ursache der Elasticität, welche es auch immer sey, deren Würksamkeit der Stoß nur losgemacht, und so zu sagen die Feder abgedrückt hat &c. &c.** ich sage wenn Herr von Mairan dieses saget, so antwortet ihm die Frau von Chastelet: es sey unnü-

ze es zu untersuchen, bis der Urheber dieser Meynung sich die Mühe genommen, dasjenige was er hier behaupten wollen auf einigen Beweis zu gründen. Ich habe mir die Ehre genommen mich dieser Mühe an statt des Herrn von Mairan zu unterziehen, und dieses ist die Rechtfertigung womit ich meine Weitläuftigkeit in dieser Materie entschuldige.

§ 45.

Herrn Jurins Einwurf von dem Gegenstoße zweener unelastischer und ungleicher Körper.

Es ist den Leibnitzianern durch Herrn Jurin, und andere, noch dieser Einwurf gemacht worden: daß zweene unelastische Körper, die sich einander mit solchen Geschwindigkeiten begegnen, welche sich umgekehrt wie ihre Masse verhalten, doch nach dem Stoße in Ruhe verbleiben. Hier sind nun, nach der Lehre von den lebendigen Kräften, zweene Kräfte, die man so ungleich machen kan, als man will, und die sich dennoch einander im Gleichgewicht erhalten.

Des Herrn Bernoulli Widerlegung dieses Einwurfs durch Vergleichung mit der Zudrückung der Federn.

Ich finde in der Frau von **Chastelet** Naturlehre eine Antwort auf diesen Einwurf, die wie ich aus der Anführung ersehe, den berühmten Herrn **Bernoulli** zum Urheber hat. Der Herr **Bernoulli** ist nicht glücklich gewesen eine Schutzwehre vor seine Meynung ausfindig zu machen, welche seines Nahmens würdig gewesen wäre. Er sagt: daß die unelastische Körper in einander durch den Eindruck ihrer Theile eben dieselbe Würkung thun, als wenn sie eine Feder die sich zwischen ihnen befände zusammen drückten: Daher nimmt er eine Feder R* an die sich zu gleicher Zeit auf beyde Seiten ausdehnet, und von beyden Seiten Körper von ungleicher Masse treibet. Er beweiset daß die Geschwin-

* Fig. IX.

schwindigkeiten, die den Körpern durch diese Feder mitgetheilet werden, in gegenseitiger Verhältniß ihrer Massen sind, und daß also, wenn die Kugeln A und B mit diesen Geschwindigkeiten zurückkehrten, sie die Feder wieder in den ersten Stand der Zusammendrückung setzen würden. Bis so weit ist alles richtig, und mit den Lehrsätzen der Cartesianer vollkommen übereinstimmend. Allein lasset uns sehen wie er seinen Schluß verfolget. Die Theile der Feder, indem sie aus einander springt, bewegen sich theils nach der Seite von A, theils nach der Seite von B, der Punct der Theilung aber ist in R, der die Feder nach der umgekehrten Proportion der Massen A und B theilet. Es würket also der Theil RB von der Feder R in den Körper B, dessen Masse 3 ist, hingegen theilet der andere Theil RA, der Kugel A deren Masse 1 ist seine Kraft mit. Es verhalten sich aber die Kräfte, welche in diese Körper gebracht werden, wie die Anzahl der Federn die ihren Druck an sie angewandt haben; folglich sind die Kräfte derer Kugeln A und B ungleich, obgleich ihre Geschwindigkeiten in umgekehrter Proportion ihrer Massen stehen. Wenn nun die Feder R sich völlig ausgedehnet hat, und die Körper kämen mit eben denselben Geschwindigkeiten gegen sie zurücke, welche sie ihnen beym Losspringen mitgetheilet hat, so siehet man leicht, daß einer den andern vermittelst der Zusammendrückung der Feder in Ruhe versetzen würde. Nun sind ihre Kräfte ungleich, folglich erkennet man hieraus wie es möglich sey daß sich zwey Körper mit ungleichen Kräften einander in Ruhe versetzen können. Hievon machet er die Anwendung auf den Zusammenstoß der unelastischen Körper.

§ 46.

§ 46.

Des Herrn Bernoulli Gedanken werden widerlegt.

Ich erkenne in dieser Schlußrede nicht den Herrn Bernoulli, der gewohnt war, seine Beweise in viel vollkommnerer Schärfe zu bilden. Es ist unstreitig gewiß, daß die von einander springende Feder einem von denen Köpern A und B eben so viel Kraft ertheilen müsse, als wie dem andern. Denn sie bringet so viel Kraft in die Kugel A als die Intensität groß ist mit der sie sich gegen die andere Kugel B steifet. Wenn sie sich gar nicht an irgend einen Widerhalt steifete, so würde sie der Kugel A gar keine Kraft ertheilen, denn alsdenn würde sie ohne einzige Würkung losspringen. Daher kan diese Feder keine Kraft an A anwenden, ohne von der andern Seite der beweglichen Kugel B eben denselben Grad der Gewalt einzudrücken. Es sind also die Kräfte der Kugeln A und B einander gleich, und nicht, wie Herr Bernoulli sich fälschlich überredet hat, wie die Länge AR zu RB.

Man siehet leicht, wie der Irrthum in dem Schluße des Herrn Bernoulli entsprungen sey. Der Satz auf den die Leibnitzische Parthey so sehr dringet, ist die Quelle desselben: nemlich, daß die Kraft eines Körpers sich wie die Anzahl Federn verhalte, die in ihn gewürket haben. * Wir haben denselben schon oben widerleget, und der Fall des Herrn Bernoulli bestätiget unsern Gedanken.

§ 47.

Der Gedanke des Herrn Bernoulli bestätiget unsere Meynung.

Man kan nicht ohne Vergnügen wahrnehmen, wie vortreflich diese Erklärung, der man sich

* Die Körper A und B haben also deswegen gleiche Kräfte, weil die Federn RA und RB in sie gleich lange gewürket haben; und weil die Theile dieser Federn alle gleich stark gespannet waren.

sich zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte hat bedienen wollen, uns zu Waffen dienet, dieselbe vielmehr völlig niederzuschlagen. Denn da es einmal gewiß ist, daß die Feder R den Körpern deren Massen 1 und 3 sind gleiche Kräfte ertheilet, § 46. ferner daß die Geschwindigkeit der Kugel deren Masse 1 ist dreyfach, und die Geschwindigkeit der andern einfach sey, wie die Leibnitzianer es selber gestehen; so fließen daraus zwey Folgen, die beyde den lebendigen Kräften schnurstraks widerstreiten. Erstlich, daß die Kraft, die ein Körper durch den Druck der Federn erhält, sich nicht wie die Anzahl der Federn verhalte, welche ihn fortgestoßen haben, sondern vielmehr wie die Zeit der Würkung derselben; zweytens, daß ein Körper, der eine einfache Masse, und eine dreyfache Geschwindigkeit hat, nicht mehr Kraft habe, als ein anderer, der dreymahl mehr Massen, aber nur eine einfache Geschwindigkeit besitzet.

§ 48.

Vertheidigung der lebendigen Kräfte, durch die beständige Erhaltung einerley Größe der Kraft in der Welt.

Bis hieher haben wir gesehen, wie sich Leibnitzens Anhänger des Zusammenstoßes elastischer Körper bedienet haben, die lebendige Kräfte dadurch zu vertheidigen. Allein die Anwendung derselben war bloß mathematisch. Sie haben aber auch einen metaphysischen Grund in diesem Stücke der Phoronomie zum Behuf ihrer Meynung zu finden vermeynet. Herr von **Leibnitz** ist selbst der Urheber desselben, und sein Ansehen hat ihm kein geringes Gewichte ertheilet.

Er nahm **Cartesens** Grundsatz willig an; daß sich in der Welt immer einerley Größe der Kraft erhalte, allein nur einer solchen Kraft, deren Quantität nach dem Quadrate der Geschwin-

digkeit

digkeit geschätzt werden muß. Er zeigte daß das alte Maaß der Kraft diese schöne Regel nicht verstatte. Denn wenn man dasselbe annimmt, so vermindere oder vermehre sich die Kraft in der Natur unaufhörlich, nachdem die Stellung der Körper gegen einander verändert wird. Leibnitz glaubte es sey der Macht und Weisheit GOttes unanständig, daß er genöthiget seyn sollte, die Bewegung die er seinem Werke mitgetheilet, ohne Unterlaß wieder zu erneuren, wie Herr Newton sich einbildete, und dieses trieb ihn an ein Gesetz zu suchen, wodurch er dieser Schwierigkeit abhelfen könte.

§ 49.

Erste Auflösung dieses Einwurfs.

Weil wir in dem vorigen erwiesen haben, daß die lebendigen Kräfte, in der Art wie sie von ihren Vertheidigern selber gebrauchet worden, nemlich im mathematischen Verstande, nirgends Platz finden können; so rettet sich hier die Macht und Weisheit GOttes schon selber durch die Betrachtung der gänzlichen Unmöglichkeit der Sache. Wir können uns allemal hinter diese Schutzwehre verbergen, wenn wir etwa in einer andern Art der Antwort auf diesen Einwurf den kürzern ziehen sollten. Denn wenn es gleich nach dem Gesetze der Bewegung, welches wir behauptet haben, nothwendig wäre, daß der Weltbau, nach einer allmähligen Erschöpfung seiner Kräfte, endlich völlig in Unordnung geriethe, so kan dieser Streich die Macht und Weisheit GOttes dennoch nicht treffen. Denn man kan es dieser nimmer verdenken, daß sie nicht ein Gesetze in die Welt gebracht hat, wovon wir wissen, daß es absolut unmöglich sey, und daher auf keine Weise statt haben könne.

§ 50.

§ 50.

Allein man erhole sich nur. Wir sind noch nicht gezwungen eine so verzweifelte Ausflucht zu ergreifen. Dies würde heissen den Knoten abhauen, wir wollen ihn aber lieber auflösen. Zweyte Antwort auf gedachten Einwurf.

Wenn die Leibnitzianer es zur Erhaltung der Weltmaschine vor unumgänglich nöthig halten, daß die Kraft der Körper der Schätzung nach dem Quadrat unterworfen sey, so können wir ihnen diese kleine Forderung zugestehen. Alles was ich bis daher erwiesen habe, und noch bis zum Beschlusse dieses Hauptstückes zu erweisen gedenke, gehet nur dahin, sie zu überzeugen: daß weder in einer abstrakten Betrachtung, noch in der Natur, die Kraft der Körper, auf eine solche Art wie die Leibnitzianer es thun, nemlich mathematisch erwogen, eine Schätzung nach dem Quadrat geben werde. Ich habe aber deswegen noch nicht den lebendigen Kräften gänzlich abgesagt. In dem dritten Hauptstücke dieser Abhandlung werde ich darthun, daß in der Natur würklich diejenigen Kräfte zu finden seyn, deren Maaß das Quadrat ihrer Geschwindigkeit ist; nur mit der Einschränkung, daß man sie auf die Art, wie man es bis daher angefangen hat, niemals entdecken werde; daß sie sich vor dieser Gattung der Betrachtung (nemlich der mathematischen) auf ewig verbergen werden, und daß nichts, wie irgend eine metaphysische Untersuchung, oder etwa eine besondere Art von Erfahrungen, selbige uns bekannt machen können. Wir bestreiten hier also nicht eigentlich die Sache selbst, sondern den modum cognoscendi.

Dem=

Demnach sind wir mit den Leibnitzianern in der Hauptsache einig, wir könnten es also vielleicht auch in den Folgerungen derselben werden.

§ 51.

Die Quelle des Leibnitzischen Schlusses von Erhaltung eben derselben Grösse der Kraft.

Es gründet sich aber der Einwurf des Herrn von Leibnitz auf einer falschen Voraussetzung, die seit langer Zeit in die Weltweisheit schon viel Unbequemlichkeit hineingebracht hat. Es ist nemlich zu einem Grundsatze in der Naturlehre geworden, daß keine Bewegung in der Natur entstehe, als vermittelst einer Materie, die auch in würklicher Bewegung ist; und daß also die Bewegung, die in einem Theile der Welt verlohren gegangen, durch nichts anders, als, entweder durch eine andere würkliche Bewegung, oder die unmittelbare Hand GOttes könne hergestellet werden. Dieser Satz hat denenjenigen jederzeit viel Ungelegenheit gemacht, die demselben Beyfall gegeben haben. Sie sind genöthiget worden ihre Einbildungskraft mit künstlich ersonnenen Wirbeln müde zu machen, eine Hypothese auf die andere zu bauen, und an statt daß sie uns endlich zu einem solchen Plan des Weltgebäudes führen sollten, der einfach, und begreiflich genug ist, um die zusammengesetzte Erscheinungen der Natur daraus herzuleiten; so verwirren sie uns mit unendlich viel seltsamen Bewegungen, die viel wunderbarer und unbegreiflicher sind, als alles dasjenige ist, zu dessen Erklärung selbige angewandt werden sollen.

Wie man dieser Schwierigkeit abhelfen könne.

Herr **Hamberger** hat so viel ich weiß zuerst Mittel dargebothen diesem Uebel abzuhelfen. Sein Gedanke ist schön, denn er ist einfach, und also auch der

der Natur gemäß. Er zeiget, (aber noch in einem sehr unvollkommnen Risse,) wie ein Körper eine würkliche Bewegung durch eine Materie empfangen könne, die doch selber nur in Ruhe ist. Dieses beuget unzehlichen Abwegen, ja öfters so gar Wunderwerken vor, die mit der entgegengesetzten Meynung vergesellschaftet sind. Es ist wahr, der Grund dieses Gedankens ist metaphysisch, und also auch nicht nach dem Geschmacke der itzigen Naturlehrer; allein es ist zugleich augenscheinlich: daß die allerersten Quellen von den Würkungen der Natur, durchaus ein Vorwurf der Metaphysik seyn müssen. Dem Herrn **Hamberger** ist sein Vorsatz nicht gelungen, der Welt einen neuen Weg anzuweisen der kürzer und bequemlicher ist, uns zur Erkenntniß der Natur zu führen. Dieses Feld ist ungebaut geblieben; man hat sich von dem alten Wege noch nicht losreissen können, um sich auf den neuen zu wagen. Ist es nicht wunderbar, daß man sich einem unermeßlichen Meere von Ausschweifungen und willkührlichen Erdichtungen der Einbildungs-Kraft anvertrauet, und dagegen die Mittel nicht achtet, die einfach und begreiflich, aber eben daher auch die natürlichen sind? Allein dieses ist schon die gemeine Seuche des menschlichen Verstandes. Man wird noch sehr lange von diesem Strohme hingerissen werden. Man wird sich an der Betrachtung belustigen die verwickelt und künstlich ist, und wobey der Verstand seine eigene Stärke wahrnimmt. Man wird eine Physik haben, die von vortreflichen Proben der Scharfsinnigkeit, und der Erfindungskraft voll ist; allein keinen Plan der Natur selbst und ihrer Würkungen. Aber endlich

wird doch diejenige Meynung die Oberhand behalten, welche die Natur, wie sie ist, das ist einfach und ohne unendliche Umwege schildert. Der Weg der Natur ist nur ein einziger Weg. Man muß daher erstlich unzählig viel Abwege versucht haben, ehe man auf denjenigen gelangen kan, welcher der wahre ist.

Die Leibnitzianer sollten mehr als andere die Meynung des Herrn Hambergers ergreifen. Denn sie sind es, welche behaupten, daß ein todter Druck, der sich in dem Körper, welchem er mitgetheilet worden, erhält, ohne daß ihn eine unüberwindliche Hinderniß wieder vernichtet, zu einer würklichen Bewegung erwachse. Sie werden also auch nicht leugnen können: daß ein Körper, der sich an die Theile einer Flüßigkeit, die ihn umgiebt, nach einer Richtung mehr anhängt, als nach der andern, alsdenn eine würkliche Bewegung erhalte, wenn diese Flüssigkeit von der Art ist, daß sie ihm seine Kraft durch ihren Widerstand nicht wieder vernichtet. Dieses muß sie von demjenigen überzeugen, was ich itzt behaupte, nemlich: daß ein Körper eine würkliche Bewegung von einer Materie empfangen könne, welche selber in Ruhe ist.

Entscheidung des Einwurfs den der Herr von Leibnitz machet.

Wie werden wir also dem Streiche ausweichen, den der Herr von Leibnitz dem Cartesianischen Gesetze, durch die Betrachtung der Weisheit GOttes beybringen wollen? Es kommt alles darauf an, daß ein Körper eine würkliche Bewegung erhalten könne, auch durch die Würkung einer Materie, welche in Ruhe ist. Hierauf gründe ich mich. Die allererste Bewegungen in diesem Weltgebäude sind nicht durch die Kraft einer bewegten Materie her-

vor-

vorgebracht worden; denn sonst würden sie nicht die ersten seyn. Sie sind aber auch nicht durch die unmittelbare Gewalt GOttes, oder irgend einer Intelligenz, verursachet worden, so lange es noch möglich ist, daß sie durch Würkung einer Materie welche im Ruhestande ist haben entstehen können; denn GOtt ersparet sich so viele Würkungen, als er ohne dem Nachtheil der Weltmaschine thun kan, hingegen macht er die Natur so thätig und würksam, als es nur möglich ist. Ist nun die Bewegung, durch die Kraft, einer an sich todten und unbewegten Materie, in die Welt zu allererst hineingebracht worden; so wird sie sich auch durch dieselbe erhalten, und, wo sie eingebüsset hat, wiederherstellen können. Man müßte also eine große Lust zum Zweifeln haben, wenn man noch ferner Bedenken tragen wollte zu glauben: daß das Weltgebäude keinen Abbruch erleiden dörfe, wenn gleich in dem Stoße der Körper gewisse Kräfte verlohren gingen, welche vorher darinn waren.

§ 52.

Nach Leibnitzens Gesetze ist die Kraft in dem Anstoße eines kleinen elastischen Körpers gegen einen größern vor und nach dem Stoße gleich.

Ich erhole mich wieder von einer Ausschweifung, die mich von der Hauptsache, darinn ich verwickelt bin, etwas entfernet hat. Ich habe schon angemerkt, daß die Verfechter der lebendigen Kräfte sich insbesondere mit derjenigen Beobachtung sehr viel dünken lassen, dadurch sie befunden haben: daß, wenn die Kraft der Körper nach dem Gesetze des Herrn von Leibnitz geschätzet wird, sich in dem Anlaufe elastischer Körper vor und nach dem Stoße allemal einerley Größe der Kraft befünde. Dieser Gedanke, der auf eine so wundersame Art den lebendigen Kräf-

ten geneigt zu seyn scheinet, soll uns vielmehr behülflich werden dieselbe niederzuschlagen. Laßt uns folgendergestalt schließen: **Dasjenige Gesetz, nach welchem, in dem Anlaufe eines kleinern elastischen Körpers gegen einen grössern, nach dem Stoße nicht mehr Kraft befunden wird, als vor demselben, ist falsch. Nun ist Leibnitzens Gesetze von der Art,** Ergo &c. &c.

§ 53.

*Fig. VIII.

Die angeführte Beobachtung der Leibnitzianer ist den lebendigen Kräften gänzlich entgegen.

Unter den Vordersätzen dieser Schlußrede ist nur der Major zu erweisen. Wir wollen dieses auf folgende Weise bewerkstelligen. Indem die Kugel A * gegen eine größere B anläuft, so empfängt in dem Augenblicke, darinn A den Stoß ausübet, und die Feder zudrückt, die wir die Elasticität nennen, der Körper B nicht mehr Kraft, als er durch seine Trägheits-Kraft in A vernichtet, und der Körper A im Gegentheil verlieret nicht mehr von seiner Kraft durch den Widerstand der Masse B, der sich vermittelst der Intensität der Feder die er spannet, in ihn fortpflanzet, als er in eben diese Kugel hineinbringt. Wenn man dieses leugnen wollte, so würde auch nicht mehr gewiß seyn, daß die in einen Körper übertragene Würkung mit seiner Gegenwürkung gleich sey. Es ist also die Feder gespannet, und in beyden Körpern zusammen genommen ist eben dieselbe Kraft vorhanden, die vorher in der Kugel A allein befindlich war. Wenn diese Federn der beyderseitigen Elasticität nun losspringen, so dehnen sie sich gegen beyde Kugeln gleich stark aus. Nun ist es klar,

daß

daß wenn A noch nach verübter Zudrückung der Federn in der Richtung AE eine so große Kraft besässe, als die ist, womit nun die ihm zugehörige Feder aufspringet; so würde die Aufspringung dieser Feder eben so viel Kraft der Kugel A benehmen können, als auf der andern Seite die Feder DB in B hineinbringt; und also würde freylich, nachdem alles vollbracht ist, in denen Körpern A und B, so wohl durch den Stoß, als durch die Elasticität, keine Kraft mehr befindlich seyn, als vorhero in A allein war. Allein es ist vergeblich dieses vorauszusetzen. Wenn der Stoß geschehen, und die Feder eben zugedrückt ist, so hat A eben so viel Geschwindigkeit als B, nach der Richtung AE, aber weniger Masse, also auch weniger Kraft, als die Feder in ihrer Losspringung ausübet; denn diese hat eine Kraft der Spannung, die so groß ist, als die Kraft der Kugel B. Hieraus folget, daß die Elasticität nicht so viel von der Kraft die in A befindlich ist, rauben kan, als sie dem Körper B mittheilet. Denn A hat nicht so viel Kraft, folglich kan sie ihm auch nicht genommen werden. Demnach muß durch die Würkung der Elasticität in B ein neuer Grad Kraft hinzukommen, ohne daß davor eben so viel auf der andern Seite abginge; ja es erzeuget sich so gar noch dazu ebenfalls in A eine neue Kraft. Denn da die Elasticität nichts mehr von Kraft fand, was sie in A vernichten konte, so setzte die Kugel sich derselben mit nichts als der Trägheits-Kraft entgegen, und empfing den Grad der Gewalt, den die Feder über die Kraft der Kugel A noch in sich hatte, um damit gegen C zurück zu kehren.

Es ist also klar: daß in dem Falle, da ein kleiner federharter Körper gegen einen größern anläuft, nach dem Stoße mehr Kraft vorhanden seyn müsse, als vor demselben. Nun würde man das Gegentheil setzen müssen, nemlich: daß nach dem Stoße nur eben dieselbe Größe der Kraft sich finde, als vor demselben, wenn Leibnitzens Kräftenmaaß wahr wäre. Also müssen wir entweder dieses Gesetz leugnen, oder aller der Uberzeugung absagen, die uns in diesem § dargebothen worden.

§ 54.

Das vorige erhellet noch deutlicher, wenn man den Fall nimmt, darinn ein größerer elastischer Körper einen kleineren stösset.

Wir werden von der Richtigkeit desjenigen, was itzo gesagt worden, vollkommen überführet werden, wenn wir den vorigen Fall umkehren, und annehmen, daß die Kugel B * von größerer Masse gegen die kleinere A anläuft. Denn hier verlieret erstlich die Kugel B durch den Stoß gegen A nicht mehr auch nicht weniger Kraft, als sie eben hiedurch in A erzeuget, (wenn wir nemlich dasjenige allein erwägen, was vorgehet, bevor die Elasticität sich hervorthut,). Also ist, ehe die Federkraft ihre Wirkung thut, die Kraft in diesen Körpern weder vermehret, noch kleiner geworden. Nun ist die Federkraft mit demjenigen Grade gespannet, womit der Körper A gegen C fortrücket, also ist ihre Intensität kleiner, als die Kraft die in B nach der Richtung BC übrig ist, sie wird sie also, wenn sie aufspringt, niemals erschöpfen, wenn sie gleich ihre ganze Gewalt anwendet. Und wenn nun also die Feder, die in dem Stoße gespannet worden aufspringt, so wird sie zwar in den Körper A eine neue Kraft bringen, allein sie wird auch eben so viel in

*Fig. VIII.

B vernichten, als sie jener Kugel mittheilet. Also wird auch durch die Federkraft die ganze Kraft nicht größer werden; weil allemal von der andern Seite eben so viel geraubet wird, als auf der einen hinein kommt.

Wir sehen hieraus, daß einzig und allein in dem Falle, da ein größerer Körper einen von kleineren Masse stößt, einerley Grad Kraft in dem Stosse aufbehalten werde; und daß in allen andern Fällen, wo die Elasticität nicht an der einen Seite so viel Kraft zu vernichten findet, als sie an der andern erzeuget, jederzeit die Kraft nach dem Stoße grösser werde, als vor demselben; welches das Leibnitzische Gesetze zerstöhret. Denn in demselben bleibt in allen nur möglichen Fällen immer eben dieselbe Größe der Kraft in der Natur, ohne einigen Abgang oder Vermehrung.

§ 55.

Die Berechnung bestätiget es daß in dem Falle, da ein größerer Körper einen kleineren stößt, nach dem Carthesianischen Gesetze eben dieselbe Größe der Kraft verbleibe.

Die Leibnitzianer sollten uns also, wenn sie könten, einen Fall vorlegen, da ein größerer elastischer Körper einen kleinern anstößt, und der der Schätzung des Cartesius widerstritte: so würde niemand dagegen was aussetzen können. Denn nur einzig und allein ein solcher Fall würde entscheidend und ohne Ausnahme seyn; weil man in demselben nach dem Stoße gewiß immer die ganze Größe der Kraft vor demselben antrift. Allein niemalen hat sich irgend ein Vertheidiger der lebendigen Kräfte gewaget in dieser Art des Stoßes das Cartesianische Gesetze anzugreifen; denn er würde nothwendig ohne Mühe wahrgenommen haben: daß die mechanische Regeln mit der Cartesianischen Schätzung hier ganz wohl

wohl übereinstimmen. Man nehme z.E. an: daß die Masse der Körper B dreyfach, und A einfach sey, und daß B mit 4 Graden Geschwindigkeit gegen A anlaufe. Man argumentire alsdenn nach der bekannten phoronomischen Regel: Wie der Unterscheid der Massen A und B zur Summe derselben; so verhält sich die Geschwindigkeit der Kugel B nach dem Stoße, zur Geschwindigkeit vor demselben. Sie hat also 2 Grade. ferner wie 2 B: A + B; so ist die Geschwindigkeit der Kugel A nach dem Stoße, zur Geschwindigkeit die in B vor demselben war. A erlangt also 6 Grade Geschwindigkeit. Mithin ist, nach Cartesianischer Schätzung, die Kraft nach dem Conflictu in beyden Körpern zusammen 12; vor demselben war sie aber auch 12. Und das ist es was man verlanget hat.

§ 56.

Die Kraft womit der kleinere Körper von dem größern abprallt hat das Zeichen minus.

Wenn man die Quantität einer Kraft messen will, so muß man sie in ihren Würkungen verfolgen. Man muß aber diejenigen Phänomena vorhero davon absondern die mit denen Würkungen zwar verbunden sind, aber keine eigentliche Folge der Kraft seyn die da geschätzet werden soll.

Wenn nun ein elastischer Körper, einen andern von größerer Masse, anstößt; so wissen wir aus den Gesetzen der Bewegung, daß der kleinere, mit einem gewissen Grade Kraft nach dem Schlage zurück kehre. Wir haben auch aus den letzten Paragraphis gelernet, daß diese Kraft, womit der kleine Körper von dem größeren abprallet, dem Ueberschusse derjenigen Kraft gleich sey, den die Anstrengung, der lebendig gemachten Elasticität, über die Kraft des Körpers A hat, womit dieser ehe die Federkräfte bey=

beyder Kugeln würksam wurden, mit der Kugel B zusammen nach der Richtung AE fortrückte. Nun war (nach demjenigen was vorher erwiesenworden,) so lange die Elasticität noch in dem Körper A eine Kraft antraf, die nach AD gerichtet war, welche sie nach eben demselben Maaße vernichten konte, als sie in die Kugel B Kraft hineinbrachte, ich sage, so lange war nichts in beyden Körpern zusammen genommen, was nicht ganz genau dieselbe Quantität der Kraft in sich enthielte, die vorher in A, als der Ursache, allein vorhanden gewesen; folglich war so lange der Zustand beyder Körper als eine rechtmäßige Würkung der Kraft die A vor dem Anstoße hatte anzusehen. Denn die Würkung ist jederzeit weder größer noch kleiner als die Ursache. Wir wissen aber ferner: daß, wenn die Federkraft schon alle Kraft vernichtet hat, die in A nach der Richtung AE noch übrig war; sie in beyde Körper A und B neue Kräfte hineinbringe, welche über diejenigen also hinzukommen, welche die genuine und vollständige Würkung der Kugel A ausmachten. Wir werden also diese aus der Bewegung beyder Kugeln auf die Weise wieder herausziehen können: wenn wir dem Körper A die Kraft nehmen, mit der er nach dem Schlage zurück kehret, und auch eben so viel von der Kraft abziehen, welche die Kugel B erlanget hat: Hieraus ist leicht zu ersehen: daß die Kraft, womit eine kleine elastische Kugel von einer größern, an welche sie anläuft, abprallet, von einer verneinenden Art sey, und das Zeichen Minus vor sich habe. Wenn, z. E. eine Kugel A mit 2. Graden Geschwindigkeit gegen eine von dreyfacher Masse B anläuft; so prallet sie nach

dem Stoße mit einem Grade Geschwindigkeit ab, und gibt der Kugel B auch einen Grad. Die Kraft nun, womit A nach dem Stoße zurückkehret, kan man nicht zu der Kraft der Kugel B hinzu thun, wenn man die ganze Größe der Würkung haben will, welche A verübet hat. Nein, sie muß so wohl dem Körper A weggenommen, als auch von der Kraft die in B ist, abgezogen werden. Der Ueberrest, welcher 2 ist, wird die ganz vollständige Wirkung seyn, die durch die Kraft der Kugel A vollzogen worden. Also hat eine Kugel, die 2 zur Masse, und 1 zur Geschwindigkeit hat, eben die Kraft als eine andere, welche eine einfache Masse, und eine zwiefache Geschwindigkeit besitzet.

§ 57.

Die Frau v. Chastelet hat hierüber zur Unzeit gescherzet.

Es hat also der erleuchteten Frau **Marquisin von Chastelet** gegen dem Herrn von **Mairan**, zur Unzeit gefallen scherzhaft zu seyn. Sie antwortet ihm auf eben die Beobachtung, die wir itzo angeführt haben: **Sie glaubte, er würde nicht leichtlich einen Versuch machen, und sich auf dem Wege eines Körpers befinden wollen, der mit dem Zeichen** *Minus* **bemerket, mit 500 oder 1000 Graden Kraft zurückschlüge.** Ich glaube es auch; und ich würde mich sehr betrügen, wenn ich besorgte, daß Herr von **Mairan** sich einlassen würde, die Wahrheit auf diese Weise auszumachen. Allein die Sache kommt nicht darauf an; daß die Kraft, welche mit dem Zeichen Minus bemerket worden, nicht eine würkliche Kraft sey, wie die Frau **Marquisin** daraus zu schliessen scheinet. Der Herr von **Mairan**

ran hat dieses ohne Zweifel hiemit nicht sagen wollen. Sie ist in der That eine würkliche Kraft, und würde auch würkliche Würkungen ausüben, wenn man sie auf die Probe stellen wollte. Nur dieses wird hiedurch angedeutet: daß so wohl diese Kraft als auch ein Theil in der Kraft der Kugel B, welcher ihr gleich ist, nicht zu der vollständigen Wirkung der Kugel A könne gerechnet werden; sondern daß man sie vielmehr so ansehen müsse, als wenn sie in A gar nicht vorhanden wäre, und dagegen noch von B abgezogen würde, und daß die nach diesem übrig bleibende Kraft, alsdenn allererst die vollständige Würkung, der Kraft die vor dem Anlaufe war, eigentlich darbiethe. Wenn man aber eine Größe so ansiehet; so gilt sie in der Summirung weniger, wie nichts, und erfordert das verneinende Zeichen.

§ 58.

Die Leibnitzianer fliehen vor der Untersuchung der lebendigen Kräfte durch den Stoß unelastischer Körper.

Nun werden meine Leser vermuthen, auch aus der Lehre **von der Bewegung unelastischer Körper durch den Stoß**, gewisse Beweise angeführt zu finden, deren die Anhänger der Leibnitzischen Schätzung sich bedienet hätten, die lebendigen Kräfte zu vertheidigen. Allein sie betrügen sich. Diese Herren finden die Bewegungen von der Art nicht vor gar zu vortheilhaft vor ihre Meynung; sie suchen sie also von dieser Untersuchung gänzlich auszuschliessen. Dies ist eine Krankheit, woran diejenigen ordentlicher Weise darnieder liegen, die in der Erkenntniß der Wahrheiten Unternehmungen machen. Sie schließen, so zu sagen, die Augen bey demjenigen zu, was dem

Satze

Satze den sie sich in den Kopf gesetzt haben, zu widerstreiten scheinet. Eine kleine Ausflucht, eine frostige und matte Ausrede, ist fähig ihnen gnug zu thun, wenn es darauf ankommt eine Schwierigkeit wegzuschaffen, die der Meynung, vor die sie eingenommen sind hinderlich ist. Man hätte uns in der Philosophie viel Fehler ersparen können, wenn man in diesem Stücke sich hätte einigen Zwang anthun wollen. Wenn man auf dem Wege ist, alle Gründe herbeyzuziehen, welche der Verstand zu Bestätigung einer Meynung die man sich vorgesetzet hat, darbiethet; so sollte man mit eben der Aufmerksamkeit und Anstrengung, sich bemühen das Gegentheil auf allerley Arten von Beweisen zu gründen, die sich nur irgend hervorthun, eben so wohl als man vor eine beliebte Meynung immer thun kan. Man sollte nichts verachten, was dem Gegensatze im geringsten vortheilhaft zu seyn scheinet, und es in der Vertheidigung derselben aufs höchste treiben. In einem solchen Gleichgewichte des Verstandes, würde öfters eine Meynung verworfen werden, die sonsten ohnfehlbar wäre angenommen worden, und die Wahrheit, wenn sie sich endlich hervorthäte, würde sich in einem desto größern Lichte der Ueberzeugung darstellen.

§ 59.

Der Stoß unelastischer Körper ist in Absicht auf die lebendigen Kräfte entscheidender als der Stoß der elastischen.

Es ist denen Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon öfters eingeschärfet worden: daß die Bewegungen unelastischer Körper durch den Stoß, viel geschickter sind es auszumachen: ob die lebendigen Kräfte statt haben oder nicht, als die Bewegung der elastischen. Denn in diesen mischet sich die

die Federkraft immer mit ein, und macht die Verwirrungen unendlich, da hingegen jener ihre Bewegung durch nichts als die Wirkung und Gegenwirkung allein bestimmet wird. Es ist kein Zweifel, daß die Leibnitzianer sich durch die Deutlichkeit dieses Gedankens würden überzeugen lassen, wenn er nur nicht das ganze Gebäude der lebendigen Kräfte umkehrte.

§ 60.

Die Ausflucht der Leibnitzianer in Absicht auf den Einwurf, der ihnen von dem Stoße unelastischer Körper gemacht wird.

Sie sind daher genöthiget worden zu einer Ausnahme ihre Zuflucht zu nehmen, welche vielleicht die schlechteste ist der man sich jemals bedienet hat. Sie behaupten nemlich: daß sich stets in dem Stoße unelastischer Körper ein Theil der Kraft verliere, indem derselbe angewandt wird die Theile des Körpers einzudrücken. Daher gehet die Helfte der Kraft, die ein unelastischer Körper hat, verlohren, wenn er an einen andern von gleicher Masse, der in Ruhe ist, anstößt, und verzehret sich bey dem Eindrücken derer Theile.

§ 61.

Der Ursprung dieses irrigen Gedankens.

Dieser Gedanke hat mehr wie eine schlimme Seite. Wir wollen einige derselben betrachten.

Es kan uns gleich beym ersten Anblicke nicht schwer werden, die Quelle dieses Irrthums wahrzunehmen. Man weiß es theils durch die Erfahrung, theils durch die Gründe der Naturlehre: daß ein harter Körper, der im Stoße seine Figur nur sehr wenig oder gar nicht ändert, allemal elastisch sey, und daß im Gegentheil die Theile unelastischer Körper so zusammen gefügt sind, daß sie beym

Stoße

Stoße weichen, und eingedrückt werden. Diese Eigenschaften hat die Natur gemeiniglich zusammen verbunden; allein in einer mathematischen Betrachtung sind wir nicht genöthiget sie zusammen zu nehmen.

Die Anhänger der lebendigen Kräfte haben sich hiemit verwirret. Sie bilden sich ein, weil in der Natur ein unelastischer Körper gemeiniglich einen solchen Bau hat, daß seine Theile beym Stoße weichen und eingedrückt werden, so können die Regeln, die eine pur mathematische Betrachtung der Bewegung solcher Körper darbiethet, ohne diese Eigenschaft auch nicht bestehen. Dieß ist der Ursprung derjenigen Schwierigkeit, die wir § 60 gesehen, und die ganz ohne Grund ist, wie wir itzo lernen werden.

§ 62.

Erste Antwort auf die Ausnahme der Leibnitzianer.

In der Mathematik verstehet man unter der Federkraft eines Körpers nichts anders, als diejenige Eigenschaft, durch die er einen andern Körper, der an ihn anläuft, mit eben demselben Grade Kraft wieder zurückstößet, mit welchem dieser an ihn angelaufen war. Daher ist ein unelastischer Körper ein solcher, der diese Eigenschaft nicht hat.

Die Mathematik bekümmert sich nicht um die Art und Weise, wie sich diese Eigenschaft in der Natur hervorthut. Es ist und bleibt bey ihr gänzlich unbestimmt; ob die Elasticität aus der Aenderung der Figur, und einer plötzlichen Herstellung derselben herfließe, oder ob eine verborgene Entelechie, eine qualitas occulta, oder GOtt weiß, was

noch

noch sonst vor eine Ursache mehr, die Quelle derselben sey. Wenn man in den Mechaniken die Elasticität so beschrieben findet, daß sie aus der Eindrückung und Zurückspringung der Theile eines Körpers entstehe, so merke man: daß die Mathematiker, die sich dieser Erklärung bedienen, sich in dasjenige mengen, was sie nicht angeht, was zu ihrer Absicht nichts thut, und was eigentlich ein Vorwurf der Naturlehre ist.

Wenn demnach die Betrachtung eines unelastischen Körpers in der Mathematik nichts weiter voraussetzet, als nur daß er in sich keine Kraft habe einen Körper der an ihn stößt wieder zurück zu prellen, und wenn diese einzige Bestimmung dasjenige ist, worauf das ganze Hauptstück der Bewegung unelastischer Körper gebauet ist; so ist es ungereimt zu behaupten: daß die Regeln dieser Bewegungen deswegen so beschaffen seyn, weil die Eindrückung der Theile, derer sich stoßenden Körper, solche und keine andere Gesetze zulassen. Denn in denen Grundsätzen daraus man diese Gesetze gezogen, findet man keine Spur von dem Eindrücken der Theile. Alle Begriffe, worauf man dieselbe gebauet hat, sind so unbestimmt in Absicht auf diese Einschränkung, daß man unter die unelastischen Körper ohne jenen Eintrag zu thun eben so wohl diejenige zählen kan, die in dem Stoße ihre Figur nicht ändern, als die welche eine Zusammendrückung ihrer Theile erdulden. Hat man nun in der Construction dieser Gesetze, gar nicht auf diese Eindrückung Acht gehabt um die Regeln der Bewegung derselben gemäß einzurichten, oder auch nicht einmal solche Begriffe zum Grunde gelegt, welche

diese

diese Eindrückung mit einschließen: so ist es ja sehr seltsam, auf diese die Schuld davon zu schieben, daß gedachte Gesetze so beschaffen seyn, wie sie würklich sind.

§ 63.

Zweyte Antwort. Weil man einen Körper unelastisch nennen kan, wenn er gleich vollkommen hart ist.

Wir haben gesagt: daß in der Betrachtung, welche uns die Mathematik von der Bewegung unelastischer Körper darbiethet, man diese auch als vollkommen hart ansehen könne, als wenn ihre Theile durch den Stoß nicht eingedrückt würden. Die Natur biethet uns auch Exempel dar, daß nicht eben derjenige Körper allemal unelastischer sey, dessen Theile mehr weichen, als die Theile eines andern, sondern daß öfters ein Körper, dessen Theile durch den Stoß in Vergleichung gegen einen andern fast gar nicht eingedrückt werden, doch weniger elastisch sey, als ein anderer dessen Theile leichter weichen. Denn man lasse eine hölzerne Kugel auf das Pflaster niederfallen, sie wird bey weiten nicht so hoch zurück springen, als eine ausgestopfte, die doch sehr leicht eingedrückt werden kan, und gegen welche zu rechnen, jene ungemein hart genannt werden kan. Hieraus sehen wir: daß der Körper so gar in der Natur nicht deswegen unelastisch sey, weil seine Theile eingedrückt werden, sondern nur deswegen weil sie sich nicht mit eben dem Grade Kraft wieder herstellen, mit welchem sie eingedrückt worden. Also können wir auch Körper setzen, deren Theile in dem Stoße unendlich wenig weichen, die aber zugleich so beschaffen seyn, daß sie sich auch von dieser unendlich kleinen Zusammendrückung nicht wiederherstellen, oder wo sie es thun, doch nur lange

nicht

nicht mit dem Grade der Geschwindigkeit, womit sie eingedrückt worden. Wie etwa eine hölzerne Kugel thun würde, wenn man kleine Dinge mit großen vergleichen darf. Dergleichen Körper, von denen ich rede, würden vollkommen hart * aber doch unelastisch seyn. Man würde sie also von den Gesetzen des Stoßes unelastischer Körper nicht ausnehmen können, und ihre Theile würden dennoch nicht eingedruckt werden. Wie würde hier die Ausnahme der Herren Leibnitzianer bestehen?

§ 64.

Dritte Antwort: Das Eindrücken der Theile ist kein Grund weswegen in dem Stoße unelastischer Körper ein Theil der Kraft sollte verlohren gehen.

Wir können den Leibnitzianern noch ihre Voraussetzung schenken; daß die unelastische Körper immer eine Eindrückung ihrer Theile erleiden, und es soll uns doch nichts schaden. Ein Körper thut in einen andern beweglichen, dessen Theile er durch den Stoß eindrückt, eben dieselbe Würkung, die er etwa ausüben würde, wenn sich zwischen beyden eine Feder befände, welche er durch den Anlauf zusammendrückte. Ich kan mich dieses Gedankens frey bedienen, weil er nicht allein plan, und überzeugend ist, sondern weil er auch von einem grossen Schutzgotte der lebendigen Kräfte, dem Herrn **Bernoulli** in eben demselben Falle gebrauchet worden.

Wenn nun eine Kugel A * gegen eine andere B bewegt wird, und die Feder R im Anlauf zudrücket; so, sage ich, treten alle die kleinen Grade

* Fig. IX.

* Denn ein Körper, der nur unendlich wenig sich eindrücken läßt, kan ohne einen Irrthum vollkommen hart genannt werden.

der Kraft, welche angewandt werden die Feder zusammen zu drücken, in die Masse des Körpers B über, und häufen sich so lange, bis sie in gedachten Körper B, die ganze Kraft hinein gebracht haben, womit die Feder ist zugedrückt worden. Denn der Körper A verlieret keinen einzigen Grad der Kraft, und die Feder wird auch nicht um den geringsten Theil zugedrückt, als nur in so fern sie sich an den Körper B steifet. Sie steifet sich aber mit eben derselben Gewalt gegen diese Kugel, mit welcher sie nach dieser Seite aufspringen würde, wenn die Kugel plötzlich wiche, das ist: mit der Kraft, womit A sie von der andern Seite zugedrückt, und welche dieser Körper in ihrer Zusammendrückung aufwendet und verzehret. Nun ist es augenscheinlich, daß eben derselbe Grad Kraft, mit der die Feder sich gegen B auszudehnen bemühet ist, und dem die Trägheits-Kraft der Kugel B widerstehet, in dieselbe Kugel hineinkommen müsse. Also empfängt B die ganze Kraft sich nach der Richtung BE zu bewegen, welche in A verzehret ist, indem er die Feder R zusammendrücket.

Die Anwendung ist leicht zu machen. Denn die Feder R deutet die Theile der unelastischen Kugeln A und B an, die durch den Stoß eingedrückt werden. Es verzehret also der Körper A, indem er in seinem Stoße gegen B, von beyden Seiten die Theile eindrücket, nichts von seiner Kraft bey diesem Eindrucke, was nicht der Körper B überkommt, und womit er sich nach dem Stoße beweget. Es gehet also kein Theil verlohren, noch viel weniger ein so großer Theil, als die Leibnitzianer fälschlich vorgeben.

§ 65.

§ 65.

Ich werde müde, alle Unrichtigkeiten und Widersprechungen auszukramen, die in dieser Schwierigkeit begriffen sind, welche die Leibnitzianer uns in der Sache von dem Stoße unelastischer Körper haben machen wollen. Die einzige, die ich noch anführen will, könnte allein genug seyn sie unnütze zu machen.

Vierte Antwort. Von der Proportion der Härte unelastischer Körper, und dem Grade der Kraft des Anlaufs, der bey der Ausnahme der Leibnitzianer bestimmt seyn müsse.

Wenn man gleich unsern Gegnern alles übrige verstattete, so kan man ihnen doch die Kühnheit nicht verzeihen, die in der Forderung stecket: daß sich in dem Stoße unelastischer Körper nicht mehr auch nicht weniger, sondern nur gerade so viel, von der Kraft durch das Eindrücken derer Theile verzehren solle, als sie es selber in jedwedem Falle nach ihrer Schätzung nöthig finden. Es ist eine Verwegenheit die unmöglich zu verdauen ist: daß man uns ohne allen Beweis zu glauben aufdringen will: ein Körper müsse in einem Stoße gegen einen gleichen gerade die Helfte, in dem Stoße gegen einen dreyfachen gerade $\frac{3}{4}$ der Kraft 2c. 2c. durch den Eindruck der Theile verlieren, ohne daß man uns einen Grund angeben kan, woher denn eben genau, so viel und nicht mehr oder weniger drauf gehe; denn gesetzt, daß der Begriff eines unelastischen Körpers nothwendig einigen Verlust der Kraft beym Eindrücken erfordert, so weiß ich doch nicht, woraus man denn schließen wollte: Daß diese Abwesenheit der Elasticität erfordere, daß gerade so viel und nicht weniger Kraft verzehret werden müsse. Die Leibnitzianer können doch nicht leugnen, daß je geringer die Festigkeit der Masse der unelastischen Kör-

per in Vergleichung mit der Kraft des Anlaufenden ist, desto stärker werde sich die Kraft beym Eindrücken der Theile verzehren, je härter aber beyde Körper seyn, um desto weniger müsse sich von derselben verlieren; denn wenn sie vollkommen hart wären, so würde kein Verlust der Kraft statt finden. Es wird also eine gewisse bestimmte Verhältniß der Härte zweener gleicher und unelastischer Körper dazu erfordert, wenn sich in dem Stoße gerade die Helfte von der Kraft des Anlaufenden verzehren und vernichtet werden soll. Und ohne diese Proporportion würde mehr oder weniger herauskommen, nachdem man die sich stoßende Körper, weicher oder härter machte. Nun ist in den Regeln der Bewegung unelastischer Körper, wider welche die Leibnitzianer eine Ausnahme suchen, der Grad der Festigkeit, und noch vielmehr die Proportion derselben zur Stärke des Anlaufs, gänzlich undeterminirt, folglich läßt sich aus denenselben gar nicht verstehen, ob ein Eindruck der Theile geschehe, ob sich hiedurch eine Kraft verzehren, und wie viel von derselben verlohren gehen werde, am allerwenigsten aber bieten sie einigen Grund dar, daraus sich verstehen ließe, daß in dem Anstoße einer Kugel an eine andere von gleicher Schwere, gerade die Helfte der Kraft verlohren gehe. Denn dieses geschiehet nicht, ohne eine gewisse ganz genau bestimmte Verhältniß unter der Härte dieser Körper und der Gewalt des Anstoßes. Da nun keine solche Bestimmung in den Grundsätzen anzutreffen ist, daraus die Gesetze des Stoßes unelastischer Körper hergeleitet werden, die irgend einen Grund eines bestimmten Verlustes der Kraft in sich enthielte, so

ist die Ursache, weswegen diese Regeln, so und nicht anders beschaffen seyn, nicht in der Eindrückung der Theile zu setzen, die gerade so viel Kraft in jedwedem Falle verlustig macht, als die Leibnizianer vor gut befinden aufzuheben.

Anwendung unserer Schlüße.

Nachdem nun der Vorwand, durch den sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte dem Schlage entziehen wollen, den ihnen alle Gesetze des Stosses unelastischer Körper beybringen, auf mehr wie eine Art unkräftig befunden worden; so hindert uns nichts ferner, dieselbe zu dem Dienste zu gebrauchen, den sie uns allemal sehr vortreflich leisten werden, nemlich die lebendigen Kräfte aus dem Gebiethe der Mathematik hinweg zu räumen, worinn sie sich unrechtmäßiger Weise eingedrungen haben.

§ 66.

Der Stoß unelastischer Körper hebet die lebendigen Kräfte gänzlich auf.

Es ist aber überflüßig, die Art und Weise hier weitläuftig aus einander zu legen, wie die Bewegung unelastischer Körper die lebendige Kräfte aufhebe. Ein jedweder Fall den man nimmt, thut dieses ohne die geringste Ausnahme oder Schwierigkeit. Z. E. Wenn ein unelastischer Körper A, einen andern gleichartigen und gleich schweren B, der in Ruhe ist, anstößt; so bewegen sich beyde nach dem Stoße mit $\frac{1}{2}$ Grade der Geschwindigkeit, die vor dem Anstoße war. Es ist also, nach der Leibnitzischen Schätzungsart, in jedwedem nach verübtem Stoße $\frac{1}{4}$ Kraft, und also alles zusammen $\frac{1}{2}$ Grad Kraft, da doch vor demselben ein ganzer Grad in der Natur vorhanden gewesen. Es ist also die Helfte verlohren gegangen, ohne eine

Wirkung gethan zu haben, welche ihr gleich ist, oder auch ohne einen einzigen Widerstand erlitten zu haben, durch den sie etwa hätte verzehret werden können, welches auch so gar nach dem Geständniße unserer Gegner, eine der grösten Ungereimtheiten ist die man nur begehen kan.

§ 67.

Allgemeiner Beweis: daß der Zusammenstoß elastischer Körper immer den lebendigen Kräften entgegen seyn müsse.

Ich will diesen Abschnitt, darinn wir die lebendigen Kräfte durch den Zusammenstoß der Körper widerlegt haben, nicht endigen, ohne vorher eine allgemeine Betrachtung beygefügt zu haben, die alles in sich begreifet, was man in dieser Art wider die lebendigen Kräfte nur immer wird sagen können. Ich werde in derselben darthun: daß, wenn man gleich den Leibnitzianern ihre Kräften-Schätzung schenken wollte, so sey es doch der Natur der Sache ganz entgegen, selbige aus dem Zusammenstoße der Körper erweisen zu wollen, und daß diese niemals ein anderes Maaß als die schlechte Geschwindigkeit darbiethen würde, oder auch könte, wenn gleich die Schätzung nach dem Quadrat eine ganz wahre und ungezweifelte Sache wäre. Es ist unmöglich, sage ich, daß sie aus dem Zusammenstoße der Körper sollte erkannt werden können, sie mag sich auch sonsten in tausend andern Fällen so offenbar zeigen als man immer wolle.

§ 68.

Ausführung dieses Beweises.

Mein Beweis beruhet auf folgendem.

Man ist darinnen eins: daß man sich der Bewegung der Körper durch den Stoß, auf keine andere Art zu dem Endzwecke, davon wir reden, bedienen

dienen könne, als daß man die Kraft, welche ein bewegter Körper durch den Stoß in andere hineinbringt, wie die Würkung ansieht, mit der man die Quantität der Ursache abmessen muß, die sich erschöpfet hat, sie hervorbringen. Das ist, man muß die Größe der Ursache in denen Würkungen aufsuchen, welche eine Folge derselben sind. Es versteht sich also schon von selbsten: daß man sich hiebey insbesondere darinn wohl vorzusehen habe, daß man in denen gestoßenen Körpern nur diejenige Kraft nimmt, welche würklich nichts anders ist, als die durch den Anlauf des andern Körpers unmittelbar hervorgebrachte Würkung; denn sonst ist das ganze Maaß, was man gesucht hat betrüglich und unnütze. Es ist aber augenscheinlich: daß unmittelbar nach dem Augenblicke, darinn der stoßende Körper in dem gestoßenen seine Würkung verübt hat, alle Kraft, die sich alsdenn in diesem befindet, eine ungezweifelte Wirkung des Stoßes sey. Daher muß man sich nothwendig derselben und keiner andern bedienen um sie zum Maaße der Kraft, die der anlaufende Körper, in Hervorbringung derselben aufgewandt hat, zu machen. Nun hat ein Körper, der seine Bewegung durch den Anstoß eines andern überkommt, so fort nach dem Augenblicke darinn der Stoß die Kraft in ihn hineingebracht hat, und wenn er also sich von der Berührung des anstoßenden noch nicht eine endliche Weite hat entfernen können, zwar schon alle die Kraft die dieser ihm hat mittheilen können, allein noch keine würkliche Bewegung, weil man ihm keine Zeit dazu gelassen hat, sondern nur eine bloße Bemühung zu derselben, mithin eine Kraft die da

todt ist, und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maaße hat. Also hat sich die Kraft die in dem stoßenden Körper befindlich war erschöpfet, um in dem andern eine Kraft zu erwecken, deren ganz genaue Schätzung niemals etwas anders als die bloße Geschwindigkeit seyn kan, wenn man auch gleich durch eine Hypothese in dem Stoßenden eine setzen wollte, die, ich will nicht sagen das Quadrat, sondern gar den Würfel, das Quadratoquadrat, und wer weiß was vor Potenzen der Geschwindigkeit mehr, zum Maaße hätte.

Nun wäre es eine Ungereimtheit, die das Gesetz, **von der Gleichheit der Würkung und der Ursache** gänzlich umkehren würde, wenn man setzen wollte, daß eine Kraft, die die Schätzung nach dem Quadrat erfordert, eine andere hervorzubringen aufgewandt wäre, die nach der Geschwindigkeit allein geschätzet würde. Denn weil jene unendliche mal größer wie diese ist, so würde es eben so viel seyn, als wenn man sagen wollte, der ganze Inhalt eines Quadrats wäre angewandt worden eine Linie und zwar eine endliche Linie hervorzubringen. Daher ist es klar, daß alle Gesetze, so wohl elastischer, als unelastischer Körper, niemals einen Beweis einer andern Schätzung, als der schlechten Geschwindigkeit darbiethen werden, und daß sie schon ihrer Natur nach den lebendigen Kräften allemal müssen entgegen seyn, man mag gleich alle seine Erfindungs-Kraft erschöpfen, Fälle zu erdenken, die das Ansehen haben ihnen geneigt zu seyn.

§ 69.

§ 69.

Weil im vorigen § alles darauf ankommt, daß man nur diejenige Kraft des fortgestoßenen Körpers zum Maaße der Kraft des anlaufenden annimmt, welche unmittelbar nach dem Augenblicke der mitgetheilten Wirkung in jenem anzutreffen ist, und eben da er sich von der Berührung des Anstoßenden losmachet, allein dennoch, noch ehe diese Bewegung schon würklich geschehen ist, so zweifle ich nicht, daß dieses der Punkt seyn werde, dawider die Herren, die ich itzo die Ehre habe meine Gegner zu heissen, am meisten sich empören werden: Ich wollte, daß ich so glücklich wäre ihnen mit folgendem zuvor zu kommen.

Fortgesetzter Beweis, daß man in dem Stoß der Körper nichts wie die Anfangs-Geschwindigkeit des Gestoßenen zu erwegen habe.

Entweder ist die Kraft, die der gestoßene Körper hat, den Augenblick zuvor, ehe er sich von dem Stoßenden entfernet, derjenigen Kraft gleich, die er hat nachdem er sich schon würklich beweget, und von demselben entwichen ist, oder sie ist ihr nicht gleich. Ist das erste, so bedarf es nicht einmal meiner Einschränkung, sondern man kan die Kraft des gestoßenen Körpers nehmen in welchem Augenblicke der Bewegung man will, man wird sie aber allenthalben der Geschwindigkeit schlechthin gemäß finden, *weil sie derjenigen gleich ist, die er hatte ehe seine Bewegung würklich war.

* Denn so lange die Bewegung des gestoßenen Körpers noch nicht würklich geworden ist, (so lange er nemlich sich von dem stoßenden noch nicht entfernet hat,) so lange ist seine Kraft, selber nach dem Geständniße der Leibnitzianer, noch todt.

Ist sie ihr nicht gleich, so will man unfehlbar hiemit so viel sagen: daß die Kraft, die in dem gestoßenen Körper befindlich ist, nachdem er sich schon von dem Anstoßenden entfernet hat, größer sey als sie in der Berührung war. Wenn aber dieses ist, so gestehe ich, daß dieses eben die Ursache sey, weswegen ich mich derselben nicht bedienen könne, um die Kraft des Anlaufs darnach zu schätzen. Denn wenn in dem gestoßenen Körper, da er sich von dem Anlaufenden nach dem Stoße schon entfernet hat, ein Grad Kraft mehr ist, als wie in ihm war, so lange er diesen noch berührte: so ist dieser neue Grad Kraft auch keine Würkung des anlaufenden Körpers, denn die Körper würken nur so lange in einander als sie sich berühren; sondern der erstere ist es allein. Daher kan man jene auch am füglichsten dazu brauchen, diejenige Kraft zu messen, die sich verzehrt hat um sie hervorzubringen.

§ 70.

Wir haben die Schwierigkeiten glücklich überstiegen, die der Zusammenstoß der Körper dem alten Gesetze des Cartesius hätte machen können. Ich bilde mir, daß ich itzo kühnlich sagen könne, daß die Parthey des Herrn von Leibnitz ihm von dieser Seite nichts abgewinnen werde. Wir wollen uns bemühen, daß wir uns von denen übrigen dieses auch rühmen können.

§ 71.

Von der Vertheidigung der lebendigen Kräfte

Lasset uns itzo diejenige Fälle in Erwegung ziehen, welche die Vertheidiger der lebendigen Kräfte von den zusammengesetzten Bewegungen

gen der Körper zu Befestigung ihrer Schätzung entlehnet haben. Gleichwie eine schlimme Sache jederzeit das Merkmahl an sich hat: daß sie sich gerne hinter dunkele und verwickelte Fälle verstecket; so hat auch die Parthey der lebendigen Kräfte sich der Verwirrung zu Nutze machen wollen, in die man leichtlich bey der Betrachtung der zusammengesetzten Bewegungen gerathen kan. Wir wollen uns bemühen ihr die Decke der Dunkelheit abzuziehen, die den lebendigen Kräften bis daher einzig und allein geneigt gewesen. Herr Bülfinger hat sich um diese Art der Beweise am meisten verdient gemacht, und seine Gedanken sollen daher die ersten seyn, die wir auf die Probe stellen wollen.

durch die Zusammensetzung der Bewegung.

Wir finden seine Abhandlung in dem ersten Bande des Commentarii Petropolitani. Der Satz der seinem ganzen Gebäude zum Grunde liegt, ist folgender. * Ein Körper A, der zwey Bewegungen zu gleicher Zeit empfängt, eine nach der Richtung AB mit der Geschwindigkeit AB, und eine andere, nach einer Richtung, welche mit der vorigen senkrecht verbunden ist, mit der Geschwindigkeit AC, bewegt sich die Diagonallinie dieses rechtwinklichten Parallelograms in eben der Zeit hindurch, darinn er eine jedwede von denen Seiten insbesondere durchlaufen würde. Es sind aber die nach den Seiten des Parallelograms gerichteten Kräfte einander nicht entgegen gesetzt, mithin kan die eine der andern auch nichts entziehen, und also wird die Kraft, die der Körper hat, wenn er beyden nachgiebt, nemlich, wenn er sich in der Diagonallinie beweget, denen Kräften nach den Seiten zusammen genommen gleich seyn. Nun würde

* Fig. X.

dieses

dieses nach Cartesens Schätzung nicht statt finden. Denn die Diagonallinie AD ist immer keiner, wie die zwey Seiten AB und AC zusammen genommen; allein auch in allen andern möglichen Schätzungen, würde die Kraft die der Körper mit der Geschwindigkeit AD hat, der Summe der Kräfte mit denen Geschwindigkeiten AB und AC niemalen gleich seyn, als nur in dem einzigen Falle, da dieselben nach den Quadraten ihrer Geschwindigkeiten geschätzet werden. Hieraus schließt Herr Bülfinger: die Kraft eines Körpers der in würklicher Bewegung ist, könne durch nichts anders, als mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit abgemessen werden.

§ 72.

Herr Bülfinger hat in seinem Beweise nicht gänzlich geirret. Seine Schlüße sind im Grunde der Sache vollkommen richtig; allein die Anwendung derselben ist eigentlich nur fehlerhaft, und hat das Merkmahl eines übereilten Urtheils an sich.

In welchem Verstande der Bülfingerische Beweis richtig sey.

Wenn man die Bewegung die der Körper nach * der Seite AC hat so ansiehet wie gewöhnlich ist, nemlich: daß der Körper mit derselben bemühet ist die Fläche CD perpendicular zu stoßen, so ist gewiß: daß die andere Seitenbewegung in der Linie AB derselben **in dieser Absicht** gar nicht entgegen gesetzet sey, weil sie mit der Fläche CD parallel läuft, folglich den Körper weder zu derselben hinzu, noch von ihr abziehet. Eben desgleichen wird die Seitenbewegung AC, der Bewegung in der andern Seite AB, **in Absicht auf die Würkung die der Körper mit ihr gegen die Fläche** BD **zu thun bemühet ist** gar nicht entgegen

* Fig. X.

gegen

gegen seyn, weil sie mit dieser Fläche gleichfalls parallel läuft. Was folget aber hieraus? Nichts weiter, als daß der Körper, wenn er diesen beyden Seitenbewegungen zugleich nachgiebt, und die Diagonallinie durchläuft, gegen die Flächen CD und BD eben die Würkungen auf einmal ausüben werde, als er in abgesonderter Bewegung durch die Seiten würde gethan haben. Der Körper hat also in der Bewegung durch die Diagonallinie **in Absicht auf die beyden Flächen** CD und BD eine Kraft in sich, die der Summe beyder Kräfte nach den Seiten gleich ist. Allein diese Gleichheit ist in ihm nur unter dieser Bedingung, die ich gesagt habe, anzutreffen.

§ 73.

Herr Bülfinger band sich nicht an diese Bedingung; ohngeachtet er sich dazu durch die Natur seines Beweises hätte genöthiget finden sollen. Er schloß gerade zu: **Also hat der Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie eine Kraft in sich die der Summe beyder Seitenkräfte gleich ist.**

Herr Bülfinger hat über den Sinn der Streitfrage hinausgeschlossen.

Dieser so uneingeschränkt vorgebrachte Satz, nimmt ordentlicher Weise eine Bedeutung an, die von dem Sinne der Schlußfolge, in dem Bülfingerischen Beweise, weit entfernet ist. Denn wenn man sagt: ein Körper, der die oder jene Geschwindigkeit besitzet; hat diese oder jene Kraft in sich; so verstehet man darunter die Kraft, die er in der geraden Richtung seiner Bewegung, und auf einen Gegenstand, den er perpendicular anstößet, ausüben würde. Man muß also, wenn auf eine so eingeschränkte Weise die Rede von der Kraft eines Körpers ist, ihre Größe in keiner andern Bedeutung,

tung, als in dieser, zu bestimmen suchen, sonst glaubt man: der Körper habe in der geraden Richtung seiner Bewegung eine gewisse Kraft in sich, die er doch nur zur Seite bey einer gewissen Lage des Gegenstandes, den er anstößt, ausüben kan. Herr Bülfinger, der dieses aus der Acht gelassen hat, ist hiedurch der Beschuldigung einer fallaciae ignorationis elenchi ausgesetzet worden. Denn er hat den Sinn der Streitfrage verlassen, und an statt, daß er hätte beweisen sollen: der Körper werde in der Bewegung durch die Diagonallinie **einen Gegenstand, der der Richtung dieser seiner Bewegung perpendikular entgegen gesetzt ist**, mit einer Kraft stoßen, die der Summe der Kräfte, womit er durch die abgesonderte Seitenbewegungen, die ihm unterliegende Flächen anstoßen würde, gleich ist: so bewieß er, daß derselbe daß Aggregat dieser Kräfte zwar ausübe, aber nur gegen die zwey Seiten-Flächen CD und BD, und nicht gegen die, seiner Bewegung gerade entgegen gesetzte Perpendicular-Fläche.

§ 74.

Eben derselbe Beweis ist in Absicht auf den Punkt, warum gestritten wird, fehlerhaft.

Es kommt also alles nur darauf an, daß ich beweise: ein in der Diagonallogie AD bewegter Körper habe, in der geraden Richtung AD nicht die Summe derer Seitenkräfte zusammen in sich. Ich brauche hiezu nichts weiter: als daß ich eine jedwede von den Seiten-Bewegungen als zusammengesetzt ansehe, wie die Mathematiker es zu thun gewohnt sind. * Die Seitenbewegung AB sey demnach aus der Bewegung AF und AH, die Seitenbewegung AC im Gegentheil, aus den Bewegungen AE

* Fig. XI.

AE und AG zusammengesetzt. Weil nun so wohl die Bewegung AF, als auch AE einander gerade widerstreiten, mithin weil sie gleich sind, sich auch aufheben; so sind nur die Bewegung mit der Geschwindigkeit AH, und die mit der Geschwindigkeit AG übrig, womit der Körper in der Richtung der Diagonallinie fortfähret; und also ist nicht die ganze Kraft der beyden Seitenbewegungen in der Richtung der Diagonallinie vorhanden, sondern es ist in dieser Absicht nur ein Theil von derselben anzutreffen. Ferner, weil die Bewegungen AF und AE ohnedem mit der Fläche BH, die der Körper in der Diagonalbewegung perpendikular anstößt, parallel laufen, mithin keine von beyden dieselbe treffen kan, so siehet man so wohl aus diesem als dem vorhergehenden, der Körper werde den, seiner Bewegung durch AD senkrecht entgegen gesetzten Gegenstand, nicht mit der Summe der Kräfte nach den Seiten AC und AB anstoßen.

§ 75.

Schluß hieraus.

Es ist itzo alles abgethan. Denn nunmehro wissen wir: daß ein Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie gegen einen senkrecht entstehenden Vorwurf nicht die ganze Summe beyder Seitenkräfte ausübe, die der Körper mit jedweder von seinen Seitenbewegungen, gegen die, ihnen gleichfalls perpendikular entgegengesetzte Flächen, besitzet. Hieraus folget nothwendig: die Kraft sey in der Bewegung durch die Diagonallinie kleiner, als beyde Seiten-Kräfte zusammen genommen; folglich könne die Kraft eines Körpers nicht nach dem Quadrate seiner Geschwindigkeit geschätzet werden: Denn

Denn in dieser Art der Schätzung würde gedachte Gleichheit nothwendig müssen angetroffen werden, die doch in der That nicht anzutreffen ist.

§ 76.

Aus dem Bülfingerischen Falle werden die lebendigen Kräfte selber widerleget.

Wir wollen uns hieran nicht begnügen. Anstatt daß wir uns vor die Schlüße des Herrn Bülfingers fürchten sollten, wollen wir sie lieber willig ergreifen; um des Cartesens Gesetze dadurch zu beweisen. Eine gute Sache hat allemal dieses Merkmahl an sich: daß selbst die Waffen der Gegner zur Vertheidigung derselben dienen müssen, und wir haben mehr wie einmal gesehen, daß die Unsrige sich auch dieses Vorzuges rühmen könne. * Die Seitenbewegung AB, bringet, nach dem was itzo erwiesen worden, in die Richtung der Diagonallinie keine andere Geschwindigkeit, als nur die Geschwindigkeit AH, womit der Körper in abgesonderter Bewegung die Fläche BH perpendicular treffen würde. Ferner bringt die andere Seitenbewegung AC vor sich allein in die Richtung der Diagonallinie nur die Geschwindigkeit AG, womit der Körper die Fläche CG senkrecht anstoßen würde. Aus denen Kräften, welche diese beyde Bewegungen AH und AG mit sich führen, ist nun die ganze Kraft der Diagonallinie zusammengesetzt, und was also in jenen beyden nicht anzutreffen ist, das wird in dieser auch nicht vorhanden seyn; denn sonst würde in der Summe mehr enthalten seyn können, als in denen Summandis zusammen. Es soll also die Kraft mit der Geschwindigkeit AD, der Kraft mit der Geschwindigkeit AH, plus der Kraft mit der Geschwindigkeit AG gleich seyn; und es frägt sich,

* Fig. XI.

sich, was vor Potenzen von AH, von AG, und von AD, man nehmen müße, damit die Summe der beyden ersten, der leztern gleich sey. Hier ist es aus den leichtesten Gründen der Arithmetik klar, daß wenn man die Kräfte durch eine Potenz der Linien AH, AG, und AD schätzen wollte, die größer ist als die erste Potenz, die, auf diese Weise geschätzte Kraft des Körpers, mit der Geschwindigkeit AD, größer seyn würde, als die Summe der Kräfte mit denen Geschwindigkeiten AH, und AG; wenn man aber eine kleinere Function (wie Herr Bülfinger sich ausdrückt,) als die Function der schlechten Geschwindigkeiten nehmen wollte, so würde das Aggregat der Theilkräfte größer seyn, als die ganze daraus entsprungene Kraft, welche die Geschwindigkeit AD, zum Merkmahl hat, im Gegentheil werden sie gleich befunden werden, wenn alles zusammen nach der bloßen Geschwindigkeit geschätzet wird. Hieraus folget: man müsse entweder die Kräfte in Proportion der Geschwindigkeiten AH, AG, und AD setzen, oder zugeben: daß das Aggregat kleiner, oder größer seyn könne, als die Aggregandi zusammen.

§ 77.

Eben dieselbe Widerlegung: auf eine andere Art.

Wir können eben dasselbe auch auf eine andere Art darthun. Wir nehmen wie Herr Bülfinger an: daß die Seitenkräfte * AB und AC dem Körper a, durch den Stoß zweyer gleicher Kugeln, mit den Geschwindigkeiten bA = AB, und ca = AC, mitgetheilt werden, und daß diese beyde zugleich geschehene Antriebe, die Bewegung und Kraft durch die Diagonallinie veranlassen. Wir wollen

* Tab. II. Fig. XII.

aber, weil es einerley ist, annehmen: daß diese Kugeln aus C und B ausliefen, und den Körper a im Puncte D, mit den Geschwindigkeiten CD = ba, und BD = ca, anstiessen. Es ist unleugbar, daß der Körper a in diesem Orte von gedachten Kugeln eben die Kraft erhalten werde, als er im Puncte A erhalten konte; denn der Ort macht gar keinen Unterscheid, da alles übrige sonst gleich ist. Es frägt sich also: was vor eine Kraft die Kugel a im Puncte D, von diesen zweyen, zu gleicher Zeit in ihn geschehenen Stössen, BD und CD, **gegen die Perpendikularfläche** FC erhalten wird? Ich antworte: die Kugel B wird dem Körper a mit der Bewegung BD, eigentlich nur die Geschwindigkeit BE, in Absicht auf die Würkung in diese Fläche, ertheilen, und von dem Anlaufe der Kugel C, mit der Geschwindigkeit CD, wird eben derselbe Körper A nur die Geschwindigkeit CF erlangen, womit er im Puncte D, in die Fläche FE würken kan. Denn die andere zwey Bewegungen, Bg und Ch, welche a annoch von diesem zwiefachen Stoße erhalten hat, gehen mit der Fläche parallel, folglich treffen sie dieselbe nicht, sondern vernichten sich vielmehr einander, weil sie einander entgegen gesetzt und gleich seyn. Es haben also beyde Seiten-Kräfte BD und CD, oder, welches eben so viel ist, AC und AB, dem Körper, in Absicht auf die Fläche, die er in der Diagonalbewegung perpendikular trift, nur eine solche Kraft ertheilet, die der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten BE und CF gleich ist; folglich, **erstlich** nicht ihre ganze Kräfte, **zweytens** eine solche Kraft, von der hier eben so augenscheinlich, als im vorigen § erhellet, daß sie

sich

sich zu denen, aus welchen sie zusammen gesetzet ist, wie die Geschwindigkeit AD zu den Geschwindigkeiten CF und BE, und nicht wie die Quadrate derselben verhalten müsse.

§ 78.

Wir sehen aus der bisherigen Betrachtung, daß, wenn man voraussetzet, die nach den Seiten des Parallelograms in der Diagonalbewegung ausgeübten Kräfte wären zusammen der Kraft in der Richtung der Diagonallinie gleich, hieraus folge: daß man die Kräfte nach den Quadraten der Geschwindigkeit schätzen müsse. Allein wir haben zugleich erwiesen: daß diese Voraussetzung falsch sey, und daß diejenige Würkungen, die ein Körper in schräger Bewegung ausübet, bis alle seine Kraft in ihm erschöpfet ist, allemal größer sey, als dasjenige, was er durch einen perpendikularen Stoß ausrichten würde.

Die gerade Kraft in der Diagonallinie ist nicht der Summe der Kräfte nach den Seitē gleich.

Diese Beobachtung hat das Ansehen eines paradoxen Satzes. Denn es folget hieraus, ein Körper könne in Ansehung gewisser ihm auf eine besondere Art entgegenstehender Flächen mehr Kraft ausüben, als man voraussetzet, daß er gar bey sich habe. Denn so viel Kraft sagt man, daß ein Körper habe, als er durch einen senkrechten Stoß gegen eine unüberwindliche Hinderniß aufwendet.

Wegen der metaphysischen Auflösung dieser Schwürigkeit dörfen wir nur immerhin unbekümmert seyn, denn es mag hiemit beschaffen seyn, wie es wolle, so thut die Mathematik doch einmal den Ausspruch, und nach ihrem Urtheile kan man nicht länger zweifeln.

§ 79.

In der Leibnitzischen Kräftenschätzung ist die Summe der in schräger Richtung ausgeübten Kräfte, der Diagonalkraft gleich; allein bey der Cartesianischen ist jene oftermals unendlichemal grösser als diese.

Aus der Zertheilung der Bewegung ist klar, daß, wenn ein Körper nach einander gegen viele Flächen in schräger Richtung anläuft, er seine Bewegung alsdenn gänzlich verliere, wenn die Summe derer Quadrate aller Sinuum angulorum incidentiæ dem Quadrate des Sinus totius, der die erste Geschwindigkeit seiner Bewegung anzeiget, gleich ist. Bis dahin sind alle Mechaniker einig, die Cartesianer hievon nicht ausgenommen. Allein hieraus folget vor die Leibnitzianer insbesondere: daß der Körper, wenn man die Schätzung nach dem Quadrat statt finden lässet, alsdenn alle seine Bewegung verlohren habe, wenn die in schräger Richtung ausgeübten Kräfte alle zusammen der Kraft, die ihm in gerader Bewegung beywohnet, gleich sind. Hingegen nach der Cartesianischen Schätzung verhält es sich hiemit ganz anders. Die Kräfte die der Körper durch viele nach einander folgende Stöße in schräger Richtung ausübet, bis alle seine Bewegung verzehret ist, sind nach derselben zusammen viel grösser, als die einzige unzertheilte Kraft, die er in gerader Bewegung besitzet. Also hat alsdenn der Körper seine Bewegung noch nicht verlohren, wenn die Summe aller in zertheilter Bewegung ausgeübten Kräfte seiner ganzen unzertheilten Kraft schon gleich ist. Denn ein Körper kan in Ansehung vieler schiefen Flächen weit mehr ausrichten, als gegen diejenige, die er in gerader Richtung perpendikular anstößt, und zwar dergestalt: daß, (wenn man annimmt, die Neigung des Stosses geschehe auf alle schiefe Flächen in gleichen Winkeln,) sich die Größe der

Kraft,

Kraft, die da nöthig ist, um einem Körper durch schräg entgegengesetzte Hindernisse seine Kraft zu verzehren, zu derjenigen, welche in gerader Richtung dieselbe aufheben würde, verhalte, wie der Sinus totus zu dem Sinui des Einfallswinkels. Sie ist also z. E. wenn der Sinus totus zum sinu anguli incidentiae wie 2 : 1 ist, auch zweymal so groß als diese, wenn er wie 8 : 1 ist, achtmal, und wenn dieser unendlich klein ist, auch unendlich mal größer, als die Gewalt der Hindernisse, die genug gewesen wäre, um ihm in gerader entgegengesetzter Richtung seine ganze Bewegung zu verzehren. Also nimmt nach der Leibnitzischen Schätzung eine gewisse Hinderniß einem Körper seine Kraft gänzlich, die ihm doch von eben derselben in eben derselben Richtung nach der Schätzung des Cartesius nur unendlich wenig zu vernichten vermag, d. i. bey der Schätzung nach dem Quadrat ist der Verlust der Kraft des bewegten Körpers, wenn die ganze Gewalt der summirten Hindernisse, die er überwunden hat endlich ist, auch endlich, der Körper mag nun diese Hindernisse in so schiefer Bewegung überwältigt haben als man wolle; hingegen bey der Schätzung nach den Geschwindigkeiten, kan die gesammte Kraft der ausgeübten Würkungen eines Körpers endlich seyn, und der Verlust der Kraft des Körpers dennoch unendlich klein, wenn nur der Winkel, in welchem er alle diese Hindernisse überwindet, unendlich klein ist.

Dieser Unterscheid ist erstaunlich. Es muß sich hievon irgendwo in der Natur eine Würkung zeigen, sie sey auch wo sie wolle, und es wird sich der Mühe verlohnen sie aufzusuchen. Denn die Folge derselben wird nicht allein diese seyn: daß

man entscheiden könne, ob die Kraft eines Körpers in der Diagonallinie eines rechtwinklichten Parallelogramms der Summe der Seiten-Kräfte gleich sey oder nicht, sondern auch, ob die Schätzung des Herrn v. Leibnitz, oder die des Cartesius, die wahre sey; denn die eine Frage ist mit der andern unzertrennlich verbunden.

§ 80.

Die lebendigen Kräfte werden durch einen neuen Fall widerlegt.

Die Bewegung eines Körpers in einer Cirkellinie um einen Mittelpunkt, gegen den er durch seine Schwere gezogen wird, (von welcher Art die Bewegungen der Planeten seyn,) ist der Fall den wir suchen.

Lasset uns einen Körper annehmen, der einen hinlänglichen Centrifugalschwung erhalten hätte, um die Erde in einer Cirkellinie zu laufen. Lasset uns auch von allen Hindernissen ausser der Schwere abstrahiren, die seine Bewegung vermindern könten; so ist gewiß: daß erstlich die Geschwindigkeit seiner Bewegung endlich seyn, hernach zweytens mit eben demselben Grade, in eben derselben Linie unvermindert ins unendliche fortwähren werde. Diese zwey Lehnsätze setze ich zum Grunde, denn sie sind von beyden Partheyen, der Leibnitzischen so wohl als der Cartesianischen, gebilliget. Ich setze setze ferner drittens zum Grunde, daß die Schwere in einen Körper der sich frey beweget in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft hineinbringe, oder auch in demselben verzehre, wenn die beyden Kräfte, die welche dem Körper beywohnet, und die womit die Schwere drücket, einander entgegen würken. Nun ist der angenommene Körper, der um den gegebenen Mittel-

telpunkt in einem Cirkel läuft, dem Drucke der Schwere unaufhörlich ausgesetzet, und erleidet also durch die Summe aller unendlich kleinen Schwer-drückungen in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft, womit er gegen dem Mittelpunkt seiner Umwendung getrieben wird, per Lemma 3. Indessen hält der Körper, durch seine eigenthümliche Kraft, allen diesen in ihn geschehenen Drückungen das Gleichgewicht, indem er sich immer in eben derselben Entfernung von dem Mittelpunkte erhält. Also hat er in jedweder endlichen Zeit auch eine endliche Kraft in Ansehung der überwundenen Hindernisse der Schwere ausgeübet. Nun ist aus dem was wir § 79. ersehen haben, klar, daß: wenn ein Körper in schiefer Richtung eine gewisse Anzahl Hinderniße überwunden hat, die zusammen eine endliche Größe der Kraft betragen, er hiebey zugleich, (wenn man die Leibnitzische Schätzung zugiebt,) an seiner ihm beywohnenden Kraft einen Verlust von einer endlichen Größe erleiden müsse. Folglich verliehret der angenommene Körper in jedweder endlichen Zeit seines Cirkellaufes durch die Zurückhaltungen der Schwere eine endliche Kraft, und also in einer gewissen bestimmten Zeit seine ganze Kraft und Geschwindigkeit; denn die Geschwindigkeit, die er in seinem Kreislaufe besitzet, ist nur endlich. Lemma 1.

Er kan also entweder gar nicht in einem Cirkel laufen, es sey denn, daß er eine unendliche Geschwindigkeit habe, oder man muß zugeben: daß ein Körper durch die Summe aller schrägen Würkungen hier unendlich viel mehr ausrichten könne, als er in geradem Anlaufe Kraft besitzet, und daß

das Leibnitzische Kräftenmaaß, das dieses nicht zugiebt, falsch sey.

§ 81.

Weil der Gedanke, den wir hier ausgeführet haben, sehr fruchtbar von Folgen ist, so wollen wir alle kleine Schwürigkeiten um ihn wegräumen, und denselben so viel möglich ist, klar und eben machen.

Erweiß: daß ein in einen Cirkel laufender Körper gegen die Schwere eben so eine Wirkung ausübe, als wenn er gegen eine schiefe Fläche anliefe.

Man muß zuerst deutlich begreifen lernen: daß die Kraft, die der bewegte Körper in der Cirkelbewegung anwendet der Schwere das Gleichgewicht zu halten, eine schräge Würkung ausübe, und mit dem Anlaufe eines Körpers gegen eine schiefe Fläche zu vergleichen sey, so wie wir es würklich im vorigen § gethan haben.

Man stelle sich zu diesem Endzwecke die unendlich kleine Bogen, die der Körper in seiner Cirkelbewegung durchläuft, als so viel unendlich kleine gerade Linien vor, so wie man auch in der Mathematik gewöhnlich den Cirkel als ein Polygon von unendlich viel Seiten ansiehet. * Der Körper, der nun die unendlich kleine Linie ab durchgelaufen ist, würde, wenn ihm die Schwere keine Hinderniß entgegen setzte, die gerade Richtung dieser Bewegung fortsetzen, und in dem zweyten unendlich kleinen Zeittheile in d seyn. Allein durch den Widerstand der Schwere wird er genöthiget diese Richtung zu verlassen, und die unendlich kleine Linie be zu beschreiben. Diese Hinderniß der Schwere hat ihm, per resolutionem virium, also die Seiten-Bewegung ac genommen, welche durch die Perpendikellinie ac ausgedruckt wird, die auf die, bis in c verlängerte Linie be, gefället worden. Es erleidet

* Fig. XIII.

leidet also der Körper durch die Hinderniß der Schwere im Punkte b eben denselben Widerstand, den er von einer Fläche ce würde erlitten haben, gegen die er, unter dem Winkel abc, angelaufen wäre; denn die Hinderniß, welche diese Fläche ihm entgegensetzet, wird, eben so wie hier, durch die kleine Perpendikellinie ac ausgedrücket. Also kan man die Kraft die ein Körper in seiner Cirkelbewegung gegen die Schwere ausübet, welche ihn herunter ziehet, mit dem Anlaufe desselben gegen schiefe Flächen ganz wohl vergleichen, und auch auf eben die Weise wie diese schätzen. W. Z. E.

§ 82.

Der dritte von den angenommenen Grundsätzen unseres Beweises im 80ten §, scheinet zweytens noch einiger Bestätigung zu bedörfen; zum wenigsten kan man, wenn man mit solchen Gegnern zu thun hat, auch in Ansehung der augenscheinlichsten Wahrheiten nicht behutsam genug seyn, denn der Streit von den lebendigen Kräften hat uns hinlänglich überführet, wie viel die Partheylichkeit in Ansehung gewisser Meynungen gewaltiger und einnehmender seyn könne, als die nackte Stärke der Wahrheit, und wie weit sich die Freyheit des menschlichen Verstandes erstrecke, bey den augenscheinlichsten Wahrheiten annoch zu zweifeln, oder sein Urtheil aufzuschieben.

Der Kreislaufende Körper thut in jedweder endlichen Zeit gegen die Hindernisse der Schwere eine Würkung einer endlichen Kraft.

Ich könte mich wegen des Satzes: daß die Schwere in einen Körper der sich frey beweget, in jedweder gegebenen endlichen Zeit auch eine endliche Kraft hinein bringe, auf den 32ten §. beruffen; allein derselbe hat an denen Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon seine Gegner, und es ist besser, sie mit ihren eigenen Waffen niederzuschlagen.

Der angenommene Körper, der in seiner Kreisbewegung in einer endlichen Zeit den Bogen af durchgelaufen ist, empfängt die Drucke aller der Federn der Schwere, welchen er in dem ganzen endlichen Raume af unaufhörlich ausgesetzet ist. Nun bringen, selbst nach dem Geständnisse derer Leibnitzianer, die, in einem gewissen endlichen Raume befindliche Federn, der schwermachenden Materie, die ihren Druck einem Körper durchgehends mittheilen, in denselben eine endliche Kraft: Ergo &c.

§ 83.

Der Schluß.

Demnach bestehet die, in zertheilter Bewegung ausgeübte Kraft, wenn sie dem Quadrate der Seiten des rechtwinklichten Parallelogramms proportional geschätzet wird, so gar nicht mit den allerbekanntesten Gesetzen der Kreisbewegung der Körper, und mit den Centralkräften, die sie verüben. Es sind also die Seitenkräfte in jedweder zusammen gesetzter Bewegung nicht, so wie die Leibnitzische Schätzung es erfordert, in der Proportion der Quadrate von ihren Geschwindigkeiten, und eben daher ist der Schluß auch allgemein: daß die Schätzung nach dem Quadrat gänzlich irre; denn eine jede Bewegung kan als zusammengesetzt angesehen werden, wie aus den ersten Grundlehren der Mechanik bekannt ist.

§ 84.

Wie die Cartesianische Schätzung dieser Schwierigkeit abhelfe.

Es ist noch nöthig anzumerken, wie vortreflich die Cartesianische Kräftenschätzung der Schwierigkeit abhilft, unter der die Leibnitzische erlieget, wie wir jetzo ersehen haben.

Es

Es ist aus der Mathematik bekannt: daß die kleine Linie ac, * die dem Sinui verso bi, des unendlich kleinen Bogens ab, parallel und gleich ist, ein unendlich kleines vom zweyten Grade sey, und also unendliche mal kleiner als die unendlich kleine Linie ab. Nun ist aber ac der Sinus des Winkels, womit der Körper allenthalben in seiner Kreisbewegung dem Drucke der Schwere entgegen würket, und ab, als ein unendlich kleiner Theil der absoluten Bewegung des Körpers selber, ist der Sinus totus desselben. Es ist aber aus dem vorher erwiesenen § 79. bekannt, daß: wenn ein Körper in schiefer Bewegung dergestalt gegen eine gewisse Hinderniß würket, daß der Sinus des Einfallswinkels, in Ansehung des Sinus totius, durchgehends unendlich klein ist, die, durch die Hindernisse, verlohrne Kraft gegen die gesammte Gewalt aller überwundenen Hindernisse bey der Cartesianischen Schätzung unendlich klein sey. Also verlieret der Körper in seinem Cirkellaufe durch die Drucke der Schwere nicht eher eine endliche Kraft, als bis er in der ganzen Summe aller derer Zurückhaltungen der Schwere eine Kraft die unendlich groß ist überwunden hat. Nun beträget aber die Summe aller Schwerdrückungen eine endliche Zeit hindurch nur eine endliche Kraft, § 80. Lemma 3, und folglich nicht eher eine unendliche Kraft als nach einer unendlichen Zeit: Also verlieret der Körper, der um einen Mittelpunkt, gegen welchen er durch seine Schwere gezogen wird, in einem Cirkel läuft, durch die Hindernisse der Schwere nur in einer unendlichen Zeit eine endliche Kraft, und folglich in jedweder endlichen Zeit unendlich wenig. Hingegen würde der Verlust

* Fig. XIII.

lust bey der Leibnitzischen Schätzung in eben diesen Umständen in jeder endlichen Zeit etwas endliches betragen, § 80. folglich ist die Cartesianische Schätzung in diesem Falle der Schwürigkeit nicht unterworfen, welcher die Leibnitzische, wie wir gesehen haben, allemal ausgesetzet ist.

§ 85.

Noch ein neuer Widerspruch, welchem die lebendigen Kräfte hier ausgesetzet seyn.

Der Einwurf, den wir jetzo den lebendigen Kräften gemachet haben, entdecket zugleich eine seltsame Art des Widerspruches in der Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat. Denn jedermann ist darinn einig; daß die, nach dem Rectangulo, der in sich selbst multiplicirten Geschwindigkeit, geschätzte Kraft, unendlich mehr Gewalt haben müsse, als diejenige, die nur durch das schlechte Maaß der Geschwindigkeit ausgedrücket wird, und daß sie in Ansehung dieser letztern dasjenige sey, was die Fläche gegen die Linie ist. Allein hier zeiget sich gerade das Gegentheil, nemlich: daß in dem Falle den wir gesehen haben, da beyde Arten von Kraft in ganz gleiche Umstände zu würken gesetzet werden, die Leibnitzische unendlich weniger vermöge als die Cartesianische, und durch unendlich weniger Hindernisse verzehret werde, als diese, welches ein Widerspruch ist, der nicht größer kan gedacht werden.

§ 86.

Die Zerstörung des allgemeinen Grundsatzes, von der in zusammengesetzter Bewegung befindlichen gleichen Größe der Kraft mit der einfachen, wirft zugleich viele Fälle mehr über den Haufen, die die

Ver-

Verfechter der lebendigen Kräfte auf eben diesem Grunde erbauet haben.

Widerlegung des Bernoullischen Falles von der Spannung 4 gleicher Federn.

Der Bernoullische Fall, den Herr von Wolf in seiner Mechanik anführet, ist einer von den ansehnlichsten unter denselben. Er nimmt 4 Federn an, die alle gleiche Kraft nöthig haben gespannet zu werden. Er lässet ferner einen Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter einem Winkel von 30 Graden, dessen Sinus wie 1 ist, gegen die erste, hernach mit dem Ueberreste der Bewegung, unter einem Winkel, dessen Sinus gleichfals wie 1 ist, gegen die zweyte, und so auch gegen die dritte, und endlich gegen die vierte Feder perpendikular anlaufen. Eine jedwede von diesen Federn nun spannet dieser Körper; er übet also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft aus, folglich hat er sie gehabt, denn sonst hätte er sie nicht ausüben können. Daher ist die Kraft dieses Körpers nicht wie seine Geschwindigkeit 2, sondern wie das Quadrat derselben.

Ich verlange es nicht zu behaupten: daß der Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit, unter keinerley Umständen 4 Grade Kraft ausüben könne. Allein er kan sie nur in schiefem Anlaufe ausüben, und es ist genug, daß wir bewiesen haben, seine Kraft sey in geradem Anlaufe doch jederzeit nur wie 2, und in schräger Bewegung allemal größer als in der perpendikularen. Jedermann schätzet aber die Kraft eines Körpers nach der Gewalt die in senkrechtem Stoße in ihm anzutreffen ist. Also ist in derjenigen Art der Würkung, die ohne Zweydeutigkeit ist, darinn alle Gegner zusammen stimmen, daß sie das wahre Maaß der Kraft sey,

der

der Vortheil auf der Seite des Cartesius gegen die Parthey der lebendigen Kräfte.

§ 87.

Es gründet sich endlich auf die Zusammensetzung der Bewegung noch ein Fall, den man wohl den Achilles unserer Gegner nennen könnte.

Des Herrn von Mairans Einwendung gegen den Herrmannschen Fall.

Er bestehet hierinn: Ein Körper A, der 1 zur Masse, und 2 zur Geschwindigkeit hat, stösset auf einmal unter einem Winkel von 60 Graden zweene Körper B und B, die jeder zur Masse 2 haben. Hier bleibet der stoßende Körper A nach dem Stoße in Ruhe, und die Körper B und B bewegen sich jeder mit einem Grade Geschwindigkeit, folglich beyde zusammengenommen mit 4 Graden Kraft.

Der Herr von Mairan hat sehr wohl wahrgenommen wie seltsam und paradox es herauskomme, daß ein besonderer und nur auf gewisse Umstände eingeschränkter Fall eine neue Kräftenschätzung beweisen sollte, die sich doch wenn sie wahr wäre ohne Unterscheid bey allen und jeden Umständen hervorthun müßte. Die Leibnitzianer sind jederzeit so kühn zu verlangen: daß wenn ein Körper 4 Grade Kraft ausübet, es sey auch in welcher Art es wolle, man allemal sicher sagen könne, er werde eben dieselbe Kraft auch in senkrechter Richtung ausüben; allein in diesem gegenwärtigen Falle ist es augenscheinlich: daß alles auf eine bestimmte Anzahl der Elemente, welche bewegt werden sollen, und auf eine bestimmte Lage derselben gegen den stoßenden Körper ankomme, daß folglich die Sache sich ganz anders verhalten werde,

wenn

wenn diese Bestimmungen geändert würden, mithin daß man sich sehr betrüge, wenn man so schliesset: der Körper hat in diesen Umständen diese oder jene Kraft verübet, also muß er, (gerade zu ohne alle Einschränkung zu reden,) auch diese oder jene Kraft haben, und sie wenn man will auch in senkrechter Würkung heraus lassen.

Ich habe mich itzt nur bemühen wollen, den Sinn, des Gedankens des Herrn von Mairan auszudrücken, welchen er in seiner Antwort auf die Einwürfe, die ihm die Frau von Chastellet in ihrer Naturlehre gemacht hatte, dem Herrmannischen Falle entgegen setzte. Allein mich dünkt, die ganze Sache könne viel leichter und überzeugender, vermittelst desjenigen, was wir bis daher in Ansehung der Zusammensetzung und Zertheilung der Kräfte angemerkt haben, abgethan werden, und sie sey auch gröstentheils hiedurch schon abgethan; weswegen ich glaube, der Leser dieser Blätter werde mich leichtlich durch Herbeyziehung dessen, was ich hiebey erinnert habe, einer ferneren Weitläuftigkeit überheben.

§ 88.

Der Herr von **Mairan** ist der einzige unter denen Vertheidigern des Cartesius, der über die Wahl der Gründe, worauf die Leibnitzianer eine neue Kräftenschätzung bauen wollen, einige Betrachtungen angestellet hat; allein er hat es auch nur in dem einzigen Falle gethan, den wir im vorigen Spho angezogen haben. Diese Gattung der Untersuchung scheinet von nicht großer Erheblichkeit zu seyn, wenn man sie obenhin ansiehet, allein sie ist in der That von ganz vortreflichem Nutzen, so

wie irgend nur eine Methode in der Kunst zu denken seyn mag.

Nutzbarkeit dieser Methode des Herrn von Mairan.

Man muß eine Methode haben, vermittelst welcher man in jedwedem Falle, durch eine allgemeine Erwegung der Grundsätze, worauf eine gewisse Meynung erbauet worden, und durch die Vergleichung derselben mit der Folgerung, die aus denselben gezogen wird, abnehmen kan, ob auch die Natur der Vordersätze alles in sich fasse, was in Ansehung der hieraus geschlossenen Lehren erfordert wird. Dieses geschiehet, wenn man die Bestimmungen, die der Natur des Schlußsatzes anhängen, genau bemerket, und wohl darauf Acht hat, ob man auch in der Construction des Beweises solche Grundsätze gewählt habe, die auf die besondere Bestimmungen eingeschränkt sind, welche in der Conclusion stecken. Wenn man dieses nicht so befindet, so darf man nur sicher glauben: daß diese Schlüsse, die auf eine solche Art mangelhaft sind, nichts beweisen, ob man gleich noch nicht entdecken kan, worinn der Fehler eigentlich liege, und wenn dieses gleich niemals bekannt würde. Also habe ich z. E. aus der allgemeinen Erwegung der Bewegungen elastischer Körper geschlossen, daß die Phänomena, die sich durch ihren Zusammenstoß hervorthun, unmöglich eine neue Kräftenschätzung, die von der Cartesianischen verschieden ist, beweisen könten. Denn ich erinnerte mich, daß ja alle diese Phänomena von den Mechanikern aus der einzigen Quelle des Products der Masse in die Geschwindigkeit, zusammt der Elasticität aufgelöset werden, wovon man den Leibnitzianern hundert Proben aufzeigen kan, die alle die größesten

Geo-

Geometrer zu Urhebern haben, und welche man sie selber unzählichemal durch ihren eigenen Beyfall bestätigen siehet. Also, schloß ich, kan dasjenige, was bloß durch die, nach dem schlechten Maaße der Geschwindigkeit, geschätzte Kraft, hergebracht worden, auch von keiner andern Schätzung, als nur von der, nach der Geschwindigkeit, ein Beweisthum abgeben. Ich wuste damals noch nicht, wo eigentlich der Fehler in den Schlüssen der Leibnitzianer, über den Zusammenstoß elastischer Körper, zu suchen sey, allein, nachdem ich auf die angezeigte Art überführet worden, es müsse irgendwo in denenselben ein Fehlschluß stecken, er sey auch so verborgen, wie er wolle, so wandte ich alle Aufmerksamkeit an, ihn aufzusuchen, und mich deucht, daß ich ihn an mehr wie einem Orte angetroffen habe.

Diese Methode ist die Hauptquelle dieser ganzen Abhandlung.

Mit einem Worte: diese ganze Abhandlung ist einzig und allein ein Geschöpfe von dieser Methode zu denken. Ich will es aufrichtig gestehen: ich habe alle diejenige Beweise vor die lebendigen Kräfte, deren Schwäche ich itzo vollkommen zu begreifen glaube, anfänglich als so viel geometrische Demonstrationen angesehen, in denen ich nicht den geringsten Fehler vermuthete und auch vielleicht nie einen einzigen gefunden hätte, wenn die allgemeine Erwegung der Bedingungen, unter welchen die Schätzung des Herrn von Leibnitz festgesetzet wird, meiner Betrachtung nicht einen ganz andern Schwung ertheilet hätte. Ich sahe, daß die Würklichkeit der Bewegung die Bedingung dieses Kräftenmaaßes sey, und daß sie die eigentliche Ursache aus-

mache, weswegen man die Kraft des bewegten Körpers nicht so wie die Kraft des zur Bewegung strebenden schätzen solle. Allein als ich die Natur dieser Bedingung erwogen, begriff ich leicht, daß da man sie mit der Bedingung der todten Kraft unter einerley Geschlecht setzen kan, und sie sich von ihr nur durch die Größe unterscheidet, sie unmöglich eine Folgerung haben könne, die von der Folgerung derer Bedingungen einer todten Kraft toto genere unterschieden ist, und auch eben so unendlich sehr von dieser unterschieden bleibet, wenn gleich die Bedingung die eine Ursache dieser Folgerung ist, der andern Bedingung so nahe gesetzt wird, daß sie sich schon beynahe mit ihr vermenget. Also sahe ich, mit einer Gewißheit, die der Geometrischen gar nicht weichet, ein, daß die Würklichkeit der Bewegung kein hinlänglicher Grund seyn könne, zu schließen: daß die Kräfte der Körper in diesem Zustande wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeit seyn müsten, da sie bey einer unendlich kurz gedauerten Bewegung, oder, welches einerley ist, bey der bloßen Bestrebung zu derselben, nichts wie die Geschwindigkeit zum Maaße haben. Ich schloß hieraus: wenn die Mathematik die Würklichkeit der Bewegung als den Grund der Schätzung nach dem Quadrat vor sich hat, und sonst nichts, so müssen ihre Schlüsse sehr hinken. Mit diesem gegründeten Mißtrauen in Ansehung aller Leibnitzischen Beweise bewapnet, griff ich die Schlüsse der Vertheidiger dieser Schätzung an, um, ausser dem, daß ich nunmehro wuste, es müsten in denenselben Fehler vorhanden seyn, auch zu wissen, worinnen sie bestehen. Ich bilde

bilde mir ein mein Vorhaben habe mir nicht gänzlich fehl geschlagen.

§ 89.

Wenn man sich jederzeit dieser Art zu denken beflissen hätte, so hätte man sich in der Philosophie viel Irrthümer ersparen können, zum wenigsten wäre es ein Mittel gewesen, sich aus denenselben viel zeitiger heraus zu reissen. Ich unterstehe mich gar zu sagen, daß die Tyranney der Irrthümer über den menschlichen Verstand, die zuweilen ganze Jahrhunderte hindurch gewähret hat, vornemlich von dem Mangel dieser Methode, oder anderer, die mit derselben eine Verwandtschaft haben, hergerühret hat, und daß man sich also dieser nunmehro vor andern zu befleißigen habe, um jenem Uebel inskünftige vorzubeugen. Wir wollen dieses beweisen.

Der Mangel dieser Methode ist eine Ursache mit gewesen, woher gewisse offenbare Irrthümer sehr lange sind verborgen geblieben.

Wenn man vermittelst gewisser Schlüsse, die irgendwo einen Fehler versteckt halten, der sehr scheinbar ist, eine gewisse Meynung erwiesen zu haben glaubet, und man hat hernach kein anderes Mittel, die Ungültigkeit des Beweises gewahr zu werden, als nur so, daß sich zuerst der Fehler entdecke, der in demselben verborgen lieget, und daß man also vorhero wissen müsse, was es vor ein Fehler sey, der den Beweis verwerflich macht, eher man sagen kan, daß einer in demselben befindlich sey, wenn man, sage ich, keine andre Methode als diese hat, so behaupte ich, der Irrthum werde ungemein lange unentdeckt bleiben, und der Beweis werde unzählige mal betriegen, ehe der Betrug offenbar wird. Die Ursache hievon ist folgende. Ich setze

voraus: daß wenn die in einem Beweise vorkommende Sätze und Schlüsse vollkommen scheinbar sind, und das Ansehen der allerbekanntesten Wahrheiten an sich haben, so werde der Verstand demselben Beyfall geben, und sich in keine mühsame und langwierige Aufsuchung eines Fehlers in demselben einlassen; denn alsdenn gilt der Beweis, in Ansehung der Ueberzeugung, die dem Verstande daher entstehet, eben so viel, wie einer der eine geometrische Schärfe und Richtigkeit hat, und der Fehler, der unter den Schlüssen versteckt liegt, thut, weil er nicht wahrgenommen wird, eben so wenig Würkung zu der Verminderung des Beyfalles, als wenn er in dem Beweise gar nicht anzutreffen wäre. Also müßte der Verstand, entweder niemalen einem Beweise Beyfall geben, oder er muß es in diesem thun, wo er nichts erblicket, was einem Fehler ähnlich siehet, d. i. wo er keinen vermuthet, wenn gleich einer in ihm verborgen wäre. In einem solchen Falle also wird er niemals eine besondere Bestrebung, zu Aufsuchung eines Fehlers anwenden, weil er keinen Bewegungsgrund dazu hat; folglich wird derselbe sich nicht anders, als verwittelst eines glücklichen Zufalls, hervorfinden, er wird also gemeiniglich sehr lange verborgen bleiben, ehe er entdeckt wird, denn dieser glückliche Zufall kan viele Jahre, ja oftermahls ganze Jahrhunderte ausbleiben. Dies ist beynahe der vornehmste Ursprung der Irrthümer, die zur Schande des menschlichen Verstandes viele Zeiten hindurch fortgewähret haben, und die hernach eine sehr leichte Betrachtung aufgedecket hat. Denn der Fehler, der irgendwo in ei-

einem Beweise stecket, sieht dem ersten Anblicke nach einer bekannten Wahrheit ähnlich, also wird der Beweis als vollkommen scharf angesehen, man vermuthet mithin keinen Fehler in demselben, man suchet ihn also auch nicht, und daher findet man ihn nicht anders als zufälliger Weise. Hieraus läßt sich leicht abnehmen, worinnen das Geheimniß werde zu suchen seyn, was dieser Schwierigkeit vorbeuget, und welches uns die Entdeckung der Irrthümer, die man begangen hat, erleichtert. Wir müssen die Kunst besitzen aus denen Vordersätzen zu errathen und zu muthmaaßen, ob ein, auf gewiße Weise eingerichteter Beweis, in Ansehung der Folgerung auch werde hinlängliche und vollständige Grundsätze in sich halten. Auf diese Art werden wir abnehmen, ob in ihm ein Fehler befindlich seyn müsse, wenn wir ihn gleich nirgends erblicken, wir werden aber alsdenn bewogen werden ihn zu suchen, denn wir haben eine hinlängliche Ursache ihn zu vermuthen. Also wird dieses ein Wall, gegen die gefährliche Bereitwilligkeit des Beyfalles seyn, der ohne diesen Bewegungs-Grund alle die Thätigkeit des Verstandes von der Untersuchung eines Gegenstandes abwenden würde, in dem er gar keine Ursache findet einen Zweifel und Mißtrauen zu setzen. Diese Methode hat uns in den Paragraphis 25, 40, 62, 65, 68 geholfen, und sie wird uns noch ferner gute Dienste leisten.

Wie das Mittel beschaffen seyn muß, wodurch man der Langwierigkeit derer Irrthümer vorbeuget.

§ 90.

Es würde eine Betrachtung von nicht geringem Nutzen seyn, wenn man diese Methode etwas

deutlicher aus einander setzen, und die Regeln ihrer Anwendung zeigen wollte, allein diese Art der Untersuchung gehöret nicht unter die Gerichtsbarkeit der Mathematik, welcher doch eigentlich diese Abhandlung gänzlich eigen seyn sollte. Wir wollen aber annoch eine Probe ihres Nutzens, in der Widerlegung der Schlüsse, die zum Vortheil der lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen entlehnet werden, darlegen.

In der Zusammensetzung der todten Drucke, z. E. derer Gewichte, die nach schrägen Richtungen einen Knoten ziehen werden, wenn diese Richtungen einen rechten Winkel einschliessen, die Anfangsgeschwindigkeiten derselben auch durch Linien ausgedruckt, welche Seiten eines rechtwinklichten Parallelogramms sind, und der hieraus entspringende Druck, wird durch die Diagonallinie vorgestellet. Obgleich nun hier ebenfalls das Quadrat der Diagonallinie der Summe der Quadrate derer Seiten gleich ist, so folget doch hieraus keinesweges, daß sich die zusammengesetzte Kraft zu einer von den einfachen, wie das Quadrat derer Linien, die die Anfangsgeschwindigkeiten ausdrücken, verhalten werde; sondern alle Welt ist darinn einig: daß diesem unerachtet, die Kräfte in diesem Falle dennoch nur in schlechter Proportion der Geschwindigkeiten seyn. Man nehme nun auch die Zusammensetzung der würklichen Bewegungen, so wie man sie durch die Mathematik vorstellet, und vergleiche sie hiemit. Die Linien, welche die Seiten und die Diagonal des Parallelogramms ausmachen, sind nicht anders, als die Geschwindigkeiten nach diesen Richtungen,

eben

eben so, wie es in dem Falle der Zusammensetzung todter Drücke beschaffen ist. Die Diagonallinie hat eben die Verhältniß gegen die Seiten, als sie dorten hat, und der Winkel ist auch derselbe. Also ist nichts von denen Bestimmungen, die in die mathematische Vorstellung der zusammengesetzten würklichen Bewegungen hineinlaufen, von denen unterschieden, unter denen man sich in eben derselben Wissenschaft die Zusammensätze der todten Drucke vorstellet. Da also aus diesen keine Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat der Geschwindigkeit herfliesset, so wird sie aus jenen auch nicht können hergefolgert werden; denn es sind eben dieselbe Grundbegriffe, mithin haben sie auch einerley Folgerungen. Man wird noch einwenden: daß ja ein offenbarer Unterscheid unter denselben anzutreffen sey, weil man voraussetzet, daß die eine von denselben eine Zusammensetzung **wirklicher** Bewegungen, die andere aber nur eine Zusammensetzung **todter** Drucke sey. Allein diese Voraussetzung ist eitel und vergeblich. Sie kommet nicht mit in den Plan der Grundbegriffe die das Theorem ausmachen; denn die Mathematik drucket die Würklichkeit der Bewegung nicht aus. Die Linien die der Vorwurf der Betrachtung sind, seyn nur Vorstellungen von der Verhältniß der Geschwindigkeiten. Also ist die Einschränkung von der **Würklichkeit** der Bewegung hier nur ein todter und müßiger Begriff, der nur neben bey gedacht wird, und aus dem in der mathematischen Betrachtung nichts hergefolgert wird. Hieraus fließet: daß aus dieser Art der Untersuchung derer zusammengesetzten Be-

wegungen, nichts vortheilhaftes vor die lebendigen Kräfte könne geschlossen werden, sondern, daß es etwa untermengte philosophische Schlußreden seyn müssen, wovon aber itzo nicht die Rede ist. Auf diese Weise haben wir durch Hülfe unserer angerühmten Methode itzo begreifen, daß die mathematische Beweise vor die lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen falsch und voller Fehler seyn müssen, wir wissen aber noch nicht was es vor Fehler seyn, allein wir haben doch eine gegründete Muthmaaßung, oder vielmehr eine gewisse Ueberzeugung, daß sie ohnfehlbar darinn seyn werden. Also dörfen wir uns die Mühe nicht verdriessen lassen sie mit Ernst aufzusuchen. Ich habe meine Leser dieser Mühe überhoben, denn mich dünkt, daß ich diese Fehler gefunden, und in denen kurz vorhergehenden Paragraphis angezeigt habe.

§ 91.

Unsere Methode ist endlich noch ein Schwerdt gegen alle die Knoten der Spitzfindigkeiten und Unterscheidungen, womit Herr **Bülfinger** seine Schlüße, die wir bis daher widerleget haben, gegen einen Einwurf, den ihn seine Gegner machen können, hat verwahren wollen. Es ist ein großer Vortheil vor uns, daß wir denselben abhauen können, da es sonsten sehr mühsam seyn würde ihn aufzulösen.

Die Unterscheidungen des Bülfingers, womit er dem Ein-

Herr **Bülfinger** hat sehr wohl bemerkt: daß man ihm einwenden würde, seine Beweise, wenn sie richtig wären, müßten eben dasselbe auch vor die Zusammensetzung todter Drucke beweisen. Er hat sich

sich aber von dieser Seite durch ein Bollwerk von verwickelten metaphysischen Unterscheidungen, wie er sie zu machen weiß, befestiget. Er bemerket: die Würkung der todten Kraft müsse durch das Product der Intensität in den Weg den sie nimmt geschätzet werden, dieses aber werde durch das Quadrat dieser Linie ausgedrucket; also könne man den Cartesianern zwar gestehen: daß die Würkungen in der Zusammensetzung todter Drucke gleich seyn, allein hieraus folgt noch nicht, daß die Kräfte deswegen auch gleich seyn müßten. Er setzet hinzu; in motibus isochronis solum actiones sunt vt vires; non in nisu mortuo. Eine metaphysische Untersuchung thut in einem mathematischen Streite eine sonderbare Wirkung. Der Mathematickundige glaubet, daß er sich auf diese Spitzfindigkeiten nicht verstehe, und wenn er sie gleich nicht aufzulösen vermögend ist, so ist es doch weit entfernet, daß er sich durch dieselbe sollte irre machen lassen. Er gehet an dem Leitfaden der Geometrie fort, und alle andere Wege sind ihm verdächtig. Die Geometrer haben sich in Ansehung der Ausflüchte des Herrn Bülfingers eben so aufgeführet. Es hat sich noch niemand mit ihm, so viel ich weiß, auf diese Waffen eingelassen. Man hat sich diese Mühe mit gutem Vorbedachte ersparet; denn eine metaphysische Untersuchung, insbesondere eine die so verwickelt und zusammengesetzet ist, verstattet nach allen Seiten noch immer unzählige Schlupfwinkel, wohin der eine von den Gegnern sich retten kan, ohne daß ihn der andere zu verfolgen, oder hervorzuziehen, im Stande ist. Wir haben sehr wohl gethan, daß wir

wurfe des Herrn von Mairan entgehen will, werden vermittelst dieser Methode abgethan.

die Schlüsse des Herrn Bülfingers gleich Anfangs von derjenigen Seite angegriffen haben, wo nach seinem eigenen Geständniß, die Mathematik allein den Ausspruch thut. Allein vermittelst unserer Methode, sind wir wie ich schon gesagt habe, auch über diese Unterscheidungen Meister, wenn sie sich gleich hinter noch so undurchdringliche Decken der Dunkelheit verborgen haben.

Unsere Methode beuget den Unterscheidungen des Herrn Bülfingers vor.

Es ist hier vornemlich die Frage: ob die Unterscheidungen des Herrn Bülfingers den mathematischen Beweis, den er aus der Verhältniß der Diagonallinie gegen die Seitenlinie, in der Zusammensetzung würklicher Bewegungen, vor die lebendigen Kräfte genommen hat, geltend machen können, oder ob dieser mathematische Beweis allem diesen ungeachtet, dennoch keine Schutzwehre der neuen Schätzung abgeben kan. Dies ist eigentlich der Punct, warum gestritten wird; denn wenn das Gebäude des Herrn Bülfingers nur auf metaphysischen Grundsätzen beruhet, und nicht durch die mathematische Begriffe von der Zusammensetzung der Bewegungen unterstützet wird, so entschuldiget uns schon die Absicht dieses Hauptstückes, wenn wir uns in die Untersuchung desselben nicht einlassen. Es wird aber die Verhältniß der Diagonalgeschwindigkeit gegen die Seitengeschwindigkeiten in der Zusammensetzung **wirklicher Bewegungen**, aus einem und eben demselben Grunde erwiesen, woraus man diese Verhältniß ebenfalls in der Zusammensetzung todter Drucke herleitet. Sie ist also wahr, wenn gleich in denen zusammengesetzten wirklichen Bewegungen keine andere Eigen=

genschaften und Bestimmungen anzutreffen seyn, als die sich bey denen todten Drucken befinden, weil sie hinlänglich bewiesen werden kan, ohne daß man etwas anders hiezu nöthig hat, als das, was man auch bey denen todten Drucken, die zusammengesetzet werden, voraussetzen muß. Es kan also aus der Verhältniß der Diagonalgeschwindigkeit bey würklichen Bewegungen nicht geschlossen werden: daß die zusammengesetzten Kräfte von anderer Natur und Schätzungsart seyn müssen als die todten Drucke, denn eben dieselbe Verhältniß hat dennoch statt, wenn gleich die Natur der zusammengesetzten Kräfte von den todten Drucken gar nicht unterschieden ist, weil man keine andere Gründe brauchet um sie zu beweisen, als diejenige die man auch hier nöthig haben würde. Es ist also vergeblich, daß sich Herr Bülfinger derselben bedienen will, um hieraus zu schliessen: daß die Kräfte nicht in Proportion der Geschwindigkeiten, sondern ihrer Quadrate stehen.

Demnach können die metaphysischen Unterscheidungen, derer sich dieser Philosoph bedienet hat, zwar vielleicht etwas darbiethen: woraus eine fortgesetzte philosophische Erwegung, einige Gründe zum Vortheile der lebendigen Kräfte ziehen würde; allein zur Emporhaltung desjenigen mathematischen Beweises, von dem wir reden, sind sie nicht hinlänglich, weil er schon seiner Natur nach dasjenige unbestimmt lässet, was zu der Regel, die man daraus ziehen will, erfordert wird.

§ 92.

§ 92.

Ein besonderer zusammengesetzter Fall des Herrn von Leibnitz.

Nach allen diesen unterschiedenen Gattungen der Beweise, deren Unrichtigkeit wir denen Vertheidigern der lebendigen Kräfte gezeigt haben, komme ich endlich auf denjenigen, der den Herrn von Leibnitz, den Vater der lebendigen Kräfte selber zum Urheber hat, und auch das Merkmahl seiner Scharfsinnigkeit bey sich führet. Er hat ihn, bey der Gelegenheit, da er die Einwürfe des Abtes Catelan auflösete, in den Actis Eruditorum * der Welt zuerst dargestellet. Er hat sich auch hernach jederzeit, wenn er seiner Kräftenschätzung ein Licht geben wollen, auf dieselbe insbesondere beruffen: Also werden wir ihn, als eine Hauptstütze der lebendigen Kräfte, anzusehen und wegzuräumen haben.

* Acta 1690.

* Eine Kugel A, von vierfacher Masse, falle auf der schiefen und gebogenen Fläche, deren Höhe 1 AE wie 1 ist, aus 1 A in 2 A, und setze auf der Horizontalfläche EC, seine Bewegung, mit dem Grade Geschwindigkeit, den er durch den Fall erlanget hat, und der wie 1 ist, fort. Man setze ferner: daß er alle Kraft, welche er hat, in eine Kugel B von einfacher Masse übertrage, und nach diesem selber im Puncte 3 A ruhe. Was wird nun die Kugel B, die 1 zur Masse hat, von der Kugel A, die 4mal mehr Masse, und einen einfachen Grad der Geschwindigkeit hat, vor eine Geschwindigkeit erhalten sollen, wenn ihre Kraft hiedurch der Kraft, die der Körper A hatte, gleich werden soll? Die Cartesianer sagen: ihre Geschwindigkeit werde 4fach seyn müssen. Es laufe also der Körper B,

* Fig. XIV.

mit 4 Graden Geschwindigkeit, auf der Horizontalfläche aus 1 B in 2 B, und, nachdem er daselbst die schiefe und gebogene Fläche 2 B 3 B angetroffen, bewege er sich dieselbe hinauf, und erreiche mithin auf derselben, durch die ihm beywohnende Geschwindigkeit, den Punct 3 B, dessen Perpendikular-Höhe 3 BC wie 16 ist. Man nehme ferner die inclinirte Schnellwaage 3 A 3 B an, die sich an dem Puncte F beweget, und deren ein Arm F 3 B viermal und etwas weniges drüber länger ist als der andere Waagbalken 3 AF, die aber einander dennoch das Gleichgewicht halten. Wenn nun der Körper B den Punct 3 B erreichet, und daselbst den Arm der Waage betritt, so ist klar, daß: weil der Balken F 3 B, in Ansehung des andern 3 AF, etwas größer ist, als die Masse des Körpers 3 A, in Vergleichung mit der Masse der Kugel 3 B, so werde das Gleichgewicht gehoben seyn, und der Körper 3 B aus 3 B in 4 B heruntersinken, zugleich aber die Kugel 3 A aus 3 A in 4 A erheben. Es ist aber die Höhe 4 A 3 A beynahe das vierte Theil der Höhe 3 BC, mithin wie 4; also hat der Körper B die Kugel A auf diese Weise zu einer beynahe vierfachen Höhe erheben. Es kan nun durch ein leichtes mechanisches Kunststück gemacht werden: daß die Kugel 4 A aus 4 A in 1 A wieder zurück gehe, und mit der, durch seinen Zurückfall erlangten Kraft, gewisse mechanische Würkungen ausübe, hernach aber nochmals aus dem Puncte 1 A die schiefe Fläche 1 A 2 A herablaufe, und alles in den vorigen Zustand setze, auch der Kugel B, welche durch eine unmerklich kleine Neigung der Fläche 2 B

4 B, wieder in dem Puncte 1 B seyn kan, alle seine Kraft, wie vorher, übertrage, und alles noch einmal bewerkstellige. Der Herr von Leibnitz fähret fort zu schließen: also folget aus der Kräftenschätzung des Cartesius: daß ein Körper, wenn man sich seiner Kraft nur wohl bedienet, ins unendliche immer mehr und mehr Würkungen verüben, Maschinen treiben, Federn spannen, und Hindernisse überwinden könne, ohne daß seinem Vermögen etwas entgehe, eben dieses ohne Aufhören noch ferner zu verüben; daß also die Würkung größer seyn könne, als ihre Ursache, und daß die immerwährende Bewegung, die alle Mechanicker vor ungereimt halten, möglich sey.

§ 93.

Der Punct des Fehlschlusses in diesem Beweise.

Dieser Beweis ist der einzige unter allen Vertheidigungen der lebendigen Kräfte, dessen Scheinbarkeit die Uebereilung entschuldigen könte, welche die Leibnitzianer in Ansehung der Schutzgründe ihrer Schätzung bewiesen haben. Herr Bernoulli, Herr Herrmann und Wolf, haben nichts gesagt, was demselben an Erfindung und scheinbarer Stärke gleich käme. Ein so großer Mann als Herr von Leibnitz war konte nicht irren, ohne daß ihm so gar derjenige Gedanke rühmlich seyn mußte, der ihm zum Irrthum verleitete. Wir wollen in Ansehung dieses Beweises dasjenige sagen, was Hektor beym Virgil von sich rühmt:

- - - - - Si Pergama dextra
defendi possent, etiam hac defensa fuissent.
Virg. Æneid.

Ich

Ich will mein Urtheil über denselben kurz fassen. Der Herr von Leibnitz hätte nicht sagen sollen: daß der Zurückfall der Kugel A, nachdem sie vermittelst der Schnellwaage zu der vierfachen Höhe 4 A 3 A erhoben worden, und aus 3 A auf die schiefe Fläche 1 A wieder zurückkehret, vorher aber mechanische Kräfte ausübet, eine Würkung der in die Kugel B übertragenen Kraft sey, so sehr dieselbe es auch scheinet zu seyn. Diese ausgeübte mechanische Kraft ist, wie wir bald sehen werden, zwar der nachfolgende Zustand in der Maschine, der vermittelst der, in B übertretenen Kraft, veranlasset worden, allein sie ist dennoch keine Würkung dieser Kraft. Wir müssen die Vermengung dieser zweyen Bedeutungen sehr sorgfältig vermeiden, denn hier ist der rechte Punkt des Fehlschlusses, worauf aller Schein, der sich in dem Leibnitzischen Beweise hervorthut, gegründet ist. Denn wenn alle diese mechanische Folgen nicht eine rechte Würkung der Kraft sind, die der Körper A in den andern B übertragen hat, so verschwindet alles Ansehen eines paradoxen Gedankens auf einmal, wenn man gleich sagt: daß mehr in dem nachfolgenden Zustande der Maschine enthalten sey, als in dem vorhergehenden. Denn es ist deswegen noch nicht die Würkung grösser als ihre Ursache, und die immerwährende Bewegung selber ist in diesem Falle keine Ungereimtheit, weil die hervorgebrachte Bewegung nicht die wahre Würkung der Kraft ist, welche dieselbe eigentlich nur veranlasset hat, folglich auch immerhin grösser seyn kan als diese, ohne daß man gegen das Grundgesetze der Mechanik anstößet.

§. 94.

Die Kraft welche A durch die Einrichtung der Maschine erhält, ist keine hervorgebrachte Würkung der Kraft des Körpers B.

Der Körper B, in welchen man alle Kraft der Kugel A übertragen hat, wendet dieselbe gänzlich auf, indem er die schiefe Fläche 2 B 3 B hinauf läuft. In dem Puncte 3 B hat er also die ganze Größe seiner Würkung vollendet, und auch alle ihm mitgetheilte Kraft verzehret. Indem er nun daselbst auf den Balken der Waage geräth, so ist es nicht mehr die vorige Kraft, womit er den Körper 3 A in die Höhe hebet, sondern die erneuerte Gewalt der Schwere thut allein diese Würkung, die Kraft aber, die B von der Kugel A erhalten hatte, hat hieran keinen Antheil. Wenn ferner die Kugel A hiedurch bis in 4 A erhoben worden, so hat die überwiegende Kraft der Kugel 3 B auch auf diese Art ihre völlige Würkung ausgeübet, und die Kraft, welche der Körper B empfängt, indem er aus 4 A in 1 A zurückkehret, ist wieder eine Würkung einer neuen Ursache, die von der Thätigkeit des Hebels gänzlich unterschieden, und auch viel größer als dieselbe ist, nemlich des Druckes der Schwere, welcher dem Körper im freyen Falle mitgetheilet wird. Also ist diejenige Kraft, womit der Körper A mechanische Würkungen ausübet, ehe er wieder im Punkte 1 A ankömmt, etwas, was zwar durch die Kraft der Kugel B veranlasset, das ist gewissen mechanischen Ursachen übergeben worden, aber sie selber nicht zur hervorbringenden Ursache hat.

§ 95.

Dieses wird bestätiget.

Wenn die Leibnitzianer in dem nachfolgenden Zustande, der in der Natur entstehet, allemal gerade

rade nur so viel Kraft setzen wollen, als der vorhergehende in sich enthält, so möchte ich gerne wissen, wie sie sich nur aus dem Einwurfe hinaushelfen wollten, den man ihnen aus ihrem eigenen Beweise machen kan. Wenn ich die Kugel B in 3 B auf die Schnellwaage setze, folglich sie daselbst den Balken niederdrückt, und den Körper A aus 3 A in 4 A erhebet, so ist dieses der vorhergehende Zustand der Natur, die Kraft aber, die A hernach erhält, indem er aus 4 A wieder zurückfällt, ist der nachfolgende Zustand, der durch den vorigen veranlasset wird. Es ist aber in diesem viel mehr Kraft enthalten, als in jenem. Denn die Ueberwucht des Körpers 3 B über den Körper 3 A, kan in Ansehung ihres eigenthümlichen Gewichtes unvergleichbar klein seyn, also kan die Geschwindigkeit, womit 3 A gehoben wird, ungemein klein seyn, gegen die Geschwindigkeit, die er durch den freyen Zurückfall aus 4 A in 1 A erhält, denn hier häufen sich die unverminderten Drucke der Schwere, dort aber nur solche, die gegen diese unvergleichbar klein seyn. Also ist der nachfolgende Zustand der Kraft, der in der Natur ist, unstrittig größer, als der vorhergehende, der ihn veranlasset hat.

§ 96.

Eben dieses aus dem Gesetze der Continuität erwiesen.

Es kommt hier alles vornemlich darauf an: daß man überzeuget sey, die Kraft, welche B mit 4 Graden Geschwindigkeit besitzet, sey nicht die hervorbringende Ursache der Würkung, die sich hier in der Maschine hervorthut, wie die Leibnitzianer voraussetzen müssen, wenn sie in des Cartesius Gesetze

eine Ungereimtheit zeigen wollen. Denn, wenn dieses wäre, so würde, wenn man diese Ursache nur um etwas weniges verminderte, die Würkung auch nur sehr wenig kleiner werden. Allein dieses zeiget sich hier in der Maschine ganz anders. Wenn wir setzen: daß der Körper 1 B etwas minder als 4 Grade Geschwindigkeit habe, so wird er nur bis zum Puncte a, auf der gebogenen Fläche 3 B a, hinaufgelangen, wo die Länge 3 AF des einen Waagbalkens, gegen die Länge des andern Waagarmes ganz genau in vierfacher Verhältniß stehet, wo also das Gewichte des Körpers B den Hebel nicht beweget, noch den Körper 3 A im geringsten aus seiner Stelle hinausrücket. Also wenn B einen Theil der Kraft weniger hat, der so klein angenommen werden kan, daß er fast gar nicht in Betrachtung kommt: so erlangt 3 A alsdenn schon gar keine Kraft mehr; so bald im Gegentheil dieses wenige noch hinzu kommt, so wird 3 A nicht allein die Kraft die er anfänglich hatte, wiederbekommen, sondern noch weit mehr drüber. Es ist augenscheinlich: daß dieser Sprung sich nicht zutragen würde, wenn die Kraft des Körpers 3 B die wahre hervorbringende Ursache desjenigen Zustandes wäre, der sich in der Maschine hervorthut.

§ 97.

Die ganze Größe des zureichenden Grundes in dem vorhergehenden Zustande.

Wenn man die Anlegung des Hebels in dieser Maschine, und ihre geometrische Bestimmung in Absicht auf die Proportion der Körper erweget, wenn man hiezu noch das Uebermaaß der Verhältniß der Höhe 3 B 4 B, gegen die Höhe 1 AE, über die Proportion der Masse des Körpers B zur Masse A hinzuthut, (denn die Höhe 3 B 4 B ist gegen die

Höhe

Höhe 1 AE, wie 16 zu 1, die Masse A aber gegen B nur wie 4 zu 1) so hat man die ganze Größe derjenigen Bestimmungen, welche die Kraft in A veranlasset haben; hiezu nehme man noch die Druckungen der Schwere, welche vermittelst der vortheilhaften Anlegung der geometrischen Bestimmungen würksamer gemacht werden, so hat man die ganze Zusammenfassung aller zureichenden Gründe, darinn man die Größe der Kraft die in A entstehet, vollkommen wieder finden wird. Wenn man hievon die einzige Kraft des Körpers B absondert, so ist kein Wunder, daß sie viel zu klein befunden wird, um in ihr den Grund der Kraft, die in A hineinkommt darzulegen. Alles was der Körper B hiebey thut, ist, daß er zu gleicher Zeit, da er die Zurückhaltungen der Schwere überwindet, eine gewisse Modalität gewinnet, das ist, eine gewisse Quantität der Höhe, die nemlich größer ist als nach Proportion seiner Geschwindigkeit, und folglich auch seiner Masse.

So ist denn die Kraft des Körpers B nicht die wahre würkende Ursache der Kraft, welche in A erzeuget wird: es wird in Ansehung ihrer also das große Gesetze der Mechanik: effectus quilibet æquipollet viribus causæ plenæ, ohne Gültigkeit seyn; und es kann immerhin auf diese Weise eine **immerwährende Bewegung** hervorgebracht werden, ohne daß dieses Grundgesetze im geringsten verletzet wird.

§ 98.

Die einzige Schwierigkeit, die noch

Es bestehet also alles, was der Herr von Leibnitz mit seinem Argumente uns entgegen setzen kan,

in dem Leibnitzischen Argumente stecken könte.

kan, darinn: daß es, wenn man gleich die gänzliche Unmöglichkeit der Sache nicht darthun kan, dennoch sehr unregelmäßig und wiedernatürlich heraus komme: daß eine Kraft eine andere größere, als sie ist erwecke, es mag nun auf eine Art geschehen, wie sie wolle. Der Herr von Leibnitz lenket sich selber auf diese Seite: * Sequeretur etiam causam non posse iterum restitui suoque effectui surrogari; quod quantum abhorreat a more naturæ & rationibus rerum facile intelligitur. Et consequens esset: decrescentibus semper effectibus, neque unquam crescentibus, ipsam continue rerum naturam declinare, perfectione imminuta, neque unquam resurgere atque amissa recuperare posse sine miraculo. Quo in Physicis certe abhorrent a sapientia constantiaque conditoris. Er würde so gelinde nicht geredet haben, wenn er nicht gesehen hätte, daß die Natur der Sache ihm diese Mäßigung auferlege. Man mag nur gewiß versichert seyn: daß er mit dem ganzen Donner seines geometrischen Bannes, und aller Gewalt der Mathematik wider seinen Feind aufgezogen wäre, wenn seine Scharfsinnigkeit diese Schwäche nicht wahrgenommen hätte. Allein er sahe sich genöthiget die Weisheit GOttes zu Hülfe zu ruffen, ein gewisses Merkmahl, daß die Geometrie ihm keine tüchtige Waffen dargebothen hätte.

* Act. Erud. 1691 p. 542.

> Nec DEVS intersit, nisi dignus vindice nodus
> Inciderit - - - - - - - - - - - -
>
> *Horat.* de arte poët.

Wird beantwortet.

Allein auch die kleine Schutzwehre ist von keiner Beständigkeit. Es ist hier bloß von der

Schä-

Schätzung der Kräfte, welche durch die Mathematik erkannt wird, die Rede, und es ist kein Wunder, wenn dieselbe der Weisheit GOttes nicht vollkommen genug thut. Dies ist eine, aus dem Mittel aller Erkenntnisse herausgenommene Wissenschaft, die vor sich allein nicht mit den Regeln des Wohlanständigen und Geziemenden gnugsam bestehet, und die mit den Lehren der Metaphysik zusammen genommen werden muß, wenn sie auf die Natur vollkommen angewendet werden soll. Die Harmonie, die sich unter den Wahrheiten befindet, ist wie die Uebereinstimmung in einem Gemählde. Wenn man einen Theil insbesondere herausnimmt, so verschwindet das Wohlanständige, das Schöne und Geschickte; allein sie müssen alle zugleich gesehen werden, um dasselbe wahrzunehmen. Die Cartesianische Schätzung ist den Absichten der Natur zuwider: also ist sie nicht das wahre Kräftenmaaß der Natur, allein dieses hindert dennoch nicht, daß sie nicht das wahre und rechtmäßige Kräftenmaaß der Mathematik seyn sollte. Denn die mathematischen Begriffe von den Eigenschaften der Körper und ihrer Kräfte, sind noch von den Begriffen, die in der Natur angetroffen werden, weit unterschieden, und es ist genug, daß wir gesehen haben: die Cartesianische Schätzung sey jenen nicht entgegen. Wir müssen aber die metaphysische Gesetze mit den Regeln der Mathematik verknüpfen, um das wahre Kräftenmaaß der Natur zu bestimmen; dieses wird die Lücke ausfüllen und den Absichten der Weisheit GOttes besser Gnüge leisten.

§ 99.

Der Einwurf des Herrn Papins.

Herr **Papin**, einer von den berüchtigsten Widersachern der lebendigen Kräfte, hat die Sache des Cartesius gegen diesen Beweisgrund des Herrn von Leibnitz sehr unglücklich geführet. Er hat seinem Gegner das Schlachtfeld geräumet, und ist qverfeldeingelaufen, um irgendwo einen Posten zu behaupten, der ihn schützen sollte. Er giebet dem Herrn von Leibnitz zu: daß, wenn man voraussetzet, der Körper A habe seine ganze Kraft in den Körper B übertragen, nach Cartesianischer Schätzung eine immerwährende Bewegung erfolge, und gestehet ihm sehr gutherzig zu, daß diese Art der Bewegung eine Ungereimtheit sey: Quomodo autem per translationem totius potentiæ corporis A in corpus B juxta Cartesium obtineri possit motus perpetuus evidentissime demonstrat, atque ita Cartesianos ad absurdum reductos arbitratur. Ego autem & motum perpetuum absurdum esse fateor, & Cl. Vir. demonstrationem ex supposita translatione esse legitimam; Nachdem er seine Sache auf diese Weise verdorben hat; so suchet er seine Ausflucht darinn: daß er die Voraussetzung seines Gegners, die ein sehr zufällig Stück seines Argumentes ist, leugnet, und ihn herausfodert, ihm diesen Knoten aufzulösen. Folgende Worte geben seine Meynung zu erkennen: Sed Hypothesis ipsius possibilitatem translationis nimirum totius potentiæ ex corpore A in corpus B pernego, &c - - - *

* Act. 1691 pag. 9.

§ 100.

Der Herr von Leibnitz hat seinen Gegner auf einmal entwaffnet, und ihm nicht die geringste Ausflucht

flucht übrig gelassen. Er hat ihm gezeiget: daß die würkliche Uebertragung der Kraft kein wesentliches Stück seines Beweises sey, und daß es genug sey in B eine Kraft zu setzen, die der Kraft in A substituirt werden könne. Man kan alles in der Abhandlung, die er den Actis einverleibet hat, und die wir schon angezogen haben, bewiesen antreffen. Ich kan aber nicht unterlassen ein Vergehn des Herrn von Leibnitz anzuführen, welches in einer öffentlichen Disputation seinem Gegner den Sieg würde in die Hände gespielet haben. Es bestehet darinn: daß er etwas, was, wie er selber erinnert, eigentlich zur Hauptsache nicht gehöret, zugiebt, um einen Nebenumstand im Argumente darzuthun, was aber, wenn es angenommen wird, zwar diese Nebenbedingung bewähret, allein den Hauptpunkt im Beweise gänzlich umkehret.

Ein Vergehen des Herrn von Leibnitz.

Die Sache verhält sich also: Herr Papin, der es sich in den Kopf gesetzet hatte, keine andere Ausnahme in dem Einwurfe seines Gegners zu machen, als diejenige: daß es unmöglich sey, daß ein Körper seine ganze Kraft einem andern mittheile, suchte dem Herrn von Leibnitz alle die Kunststücke verdächtig zu machen, wodurch er dieses zu leisten vermeynete. Daher widerstritte er ihm mit allem Eifer: daß der vierfache Körper 1 A, * durch einen Stoß auf den vollkommen steifen Hebel 1 A C B, im Puncte 1 A, dessen Entfernung vom Ruhepuncte C, gegen die Entfernung CB viertheilig ist, dem einfachen Körper B seine ganze Kraft mittheilen könne; denn dahin lenkte sich der Herr von Leibnitz in Behauptung seines mechanischen Falles, von dem wir

* Fig. XV.

gehandelt haben. Herr Papin wurde den Vortheil nicht gewahr, den seine Sache erhalten konte, wenn er diese Auflösung ergriffen, und daraus selber gegen die lebendige Kräfte geschlossen hätte. Er faßte daher dieselbe an: aber mit so schwachen Gründen, die seinem Gegner den Muth vermehreten auf der Behauptung desselben zu beharren. Leibnitz bestand also auf der Richtigkeit dieses Kunstgriffes, dessen er sich glaubte bedienen zu können, um in einen Körper die ganze Kraft eines andern durch einen einzigen Stoß zu versetzen. Er nahm die Gründe, die Papin angeführet hatte, die Scheinbarkeit desselben zu zeigen, mit Dankbarkeit an, und räumete die Schwierigkeiten weg, womit derselbe diese hinwiederum zu vereitelen vermeynete. Ich glaube, daß er folgendes in rechtem Ernst gesagt habe: Cum florentiæ essem, dedi amico aliam adhuc demonstrationem, pro possibilitate translationis virium dotalium &c. corpore majore in minus quiescens, prorsus affinem iis ipsis, quo Cl. Papinus ingeniosissime pro me juvando excogitavit, pro quibus gratias debeo imo & ago sinceritate ejus dignas. Wir wollen jetzt sehen, daß Leibnitz seiner Sache einen sehr schlechten Schwung gegeben habe, indem er auf der Behauptung dieses Satzes steif beharrete, den er seinem Gegner vielmehr hätte einräumen sollen; denn alsdenn hätte er zwar die Nebensache verlohren, (deren Verlust ihm aber gar keinen Nachtheil bringen konte,) allein die Hauptsache würde er gewonnen haben: Herr Papin hätte auf folgende Art argumentiren können und auch sollen, um seinen Gegner auf seinem eigenen Geständnisse zu ertappen. Wenn

Wenn der vierfache Körper 1 A mit einem Grade Geschwindigkeit den Hebel in 1 A stößet, so ist augenscheinlich: daß er in einen andern 2 A, der mit ihm von gleicher Masse ist, und auch eben so weit vom Ruhepuncte des Hebels abstehet, durch diesen Stoß seine ganze Kraft und Geschwindigkeit versetzen werde. Weil aber diese Geschwindigkeit, womit 2 A weggeprellet wird, eine Fortsetzung derjenigen Bewegung ist, womit der Hebel, indem er den Körper fortstößet, den unendlich kleinen Raum 2 A 2 a zurückleget, so ist die Geschwindigkeit dieser unendlich kleinen Bewegung, der Geschwindigkeit des fortgestoßenen Körpers 2 A, und also derjenigen, womit 1 A den Hebel stößet, gleich; mithin wird diese Kugel 1 A in ihrem Anlaufe den Hebel die unendlich kleine Linie 1 A 1 a hinunterdrücken, und zwar wird dieselbe mit eben derselben Geschwindigkeit, womit 1 A anläuft, zurückgelegt werden. Nun setze man anstatt des Körpers 2 A die Kugel 1 B, die viermal weniger Masse als A hat, in vierfacher Entfernung vom Ruhepuncte C, und sehe was vor eine Hinderniß, alsdenn der Körper B dem Körper A, indem dieser den Hebel aus 1 A in 1 a wiederzudrücken bemühet ist, machen werde. Es ist bekannt, daß die vis inertiæ, oder der Widerstand den ein Körper vermittelst seiner Trägheitskraft der Bewegung eines andern in den Weg leget, seiner Masse proportioniret sey; nun ist aber eine viertheilige Masse in vierfacher Entfernung vom Ruhepuncte, der Quantität einer einfachen in viertheiliger Entfernung gleich zu schätzen: Also thut B in B dem Stoße des Körpers 1 A auf

Beweis, daß ein vierfacher Körper durch einen Stoß auf einen Hebel einem 1fachen 4 Grade Geschwindigkeit mittheilen könne.

den Hebel, gerade nur so viel Wiederstand, als der Körper 2 A = 1 A in 2 A würde gethan haben. So wird denn der Körper 1 A auch in diesem Falle, da sich die Kugel B an statt der Kugel 2 A auf dem Hebel befindet, die unendlich kleine Linie 1 A 1 a mit dem Hebel zugleich durchlaufen, und zwar mit eben der Geschwindigkeit, wie im vorigen Falle, d. i. die so groß ist als diejenige, womit er auf den Punct 1 A anläuft. Es kan aber der Körper 1 A den Hebel aus 1 A in 1 a nicht niederdrücken, ohne zugleich das andere Ende in B aus B in b hinaufzubewegen; die unendlich kleine Linie B b aber ist 4 mal größer als 1 A 1 a: also wird der Körper B durch diesen Stoß des Hebels eine Geschwindigkeit erhalten, die gegen diejenige, womit A anläuft, vierfach ist.

Eben dasselbe auf eine andere Art erwiesen.

Dieses erhellet noch auf eine andere Art. Alle harte Körper können wir uns als elastisch, das ist, als dem Stoße weichend, aber wieder zurück springend, vorstellen; also können wir dem steifen Hebel 1 ACB auch eine solche Federkraft beylegen. Der Körper 1 A also, der auf den Hebel mit dem Grade Geschwindigkeit wie 1 anläuft, wendet seine ganze Kraft auf, indem er die Feder 1 AC spannet, und sie um den Raum 1 A 1 a aufdrücket. Nun sind die momenta der Geschwindigkeit, welche diese Feder die ganze Zeit dieses Druckes hindurch, durch ihren Wiederstand in dem Körper 1 A verzehret, denjenigen momentis gleich, womit die Feder C 2 A, als der fortgesetzte Arm des Hebels, zu gleicher Zeit vermöge dieser Spannkugel durch den Raum 2 A 2 a aufspringet; mithin, wenn diese steife Linie bis B ver-

verlängert worden, sind die momenta der Geschwindigkeit, womit die Feder CB aufspringet, indem der Hebel 1 a CB sich in die gerade Linie 1 a Cb wieder herstellet, viermal größer, als die momenta, womit er im Puncte 2 A zurück schläget, (denn der Raum b B, den der Punct B zu gleicher Zeit zurücke leget, ist viermal größer als 2 A 2 a.) Allein, wegen der vierfachen Entfernung des Punctes B vom Ruhepuncte C, ist die Steife der Federn CB dennoch viermal schwächer als die Steife der Feder C 2 A; daher muß man dagegen den Widerstand in B viermal kleiner machen, als in 2 A, und alsdenn bleibet das momentum der Geschwindigkeit, daß die Feder CB in den viertheiligen Körper B hineinbringt, vierfach, da hingegen das momentum, welches die Feder C 2 A an den vierfachen Körper 2 A anwenden würde, einfach ist. Nun ist die Zeit, in der die Feder CB würket, so groß als diejenige, darinn die C 2 A ausspringen würde, und die Geschwindigkeiten die zweene Körper, 2 A und B, durch die Würkung zweyer Federn, C 2 A und CB, die gleich lange würken, erhalten, sind wie die momenta der Geschwindigkeiten, welche diese Federn in ihre Körper hineinbringen, mithin in dem Körper B viermal größer, als in 2 A; da aber die Geschwindigkeit die 2 A von dem Fortstoße der Feder C 2 A erhalten würde, der Geschwindigkeit womit 1 A in 1 A anläuft, gleich ist, so wird die Geschwindigkeit, die der Körper B durch diesen Stoß des Körpers 1 A auf den Hebel erhält, viermal größer seyn, als diejenige war, womit 1 A seinen Stoß verrichtete. W. z. E.

Wir

Wie Herr Papin hieraus gegen Leibnitzen hätte argumentiren können.

Wir sehen also aus diesem zwiefachen Beweise: daß ein vierfacher Körper, einem einfachen durch einen einzigen Stoß eine vierfache Geschwindigkeit ertheilen könne. Dieses ist nach denen mechanischen Grundsätzen wahr, welche selbst die eifrigsten Vertheidiger der lebendigen Kräfte nicht würden in Zweifel zu ziehen im Stande seyn. Herr Papin hätte hiedurch seinen Gegner rechtschaffen in die Enge treiben können, wenn er seines Vortheils wohl wahrgenommen hätte. Er hätte ihm sagen sollen: Ihr habt mir zugegeben, daß ein vierfacher Körper, vermittelst eines Hebels, in einen einfachen, dessen Distanz vom Mittelpunkte vierfach ist, alle seine Kraft hinein bringen könne; ich kann euch aber darthun, daß er bey diesen Umständen demselben vier Grade Geschwindigkeit ertheile: also hat ein einfacher Körper mit 4 Graden Geschwindigkeit alle Kraft eines vierfachen mit 1 Grade, dieses ist aber der Punkt, um welchen gestritten wird, und den ihr mir zu leugnen verlanget.

§ 101.

So ist denn der fürchterlichste Streich unter allen, womit die lebendigen Kräfte der Schätzung des Cartesius gedrohet haben, leer ausgegangen. Nunmehro ist keine Hoffnung übrig, daß dieselbe nach diesem noch Mittel finden werden sich aufrecht zu erhalten.

\- - - vires in ventum effudit, & ultro
Ipse gravis graviterque ad terram pondere vasto

Con-

Concidit: ut quondam cava concidit aut Erymantho,
Aut Ida in magna, radicibus eruta pinus.

Virg. Aen. Libr. V.

§ 102.

Wir haben die vornehmsten Gründe der Leibnitzianer widerlegt.

Wir haben die ansehnlichste und berühmteste Gründe der Neurung von den lebendigen Kräften bis daher angeführet, und Sorge getragen, dieser Sekte, nach dem Rechte der Wiedervergeltung, alle die Vorwürfe und Zurechtweisungen zu bezahlen, welche sie den Schülern des Cartesius so häufig gemachet haben. Man würde mit Unrecht von uns verlangen: daß wir alles was in dieser Sache auf der Seite des Herrn von Leibnitz geschrieben worden, herbey ziehen sollten, um unserer Parthey einen vollkommenen Triumph daraus zu zubereiten. Dieses würde heissen, von den Cedern auf dem Libanon an, bis zu dem Ysop, der aus der Wand wächst, nichts verschonen, damit man sein Werk nur bereichern könne. Wir könnten noch mehr wie einen Streif in das Gebiete unserer Gegner thun, ihre Güter ausplündern, und dem Anhange des Cartesius so viel Siegeszeichen und Triumphbogen errichten; allein ich glaube, meine Leser werden kein großes Verlangen darnach bezeigen. Wenn man jemals mit Grunde gesagt hat, daß ein großes Buch ein groß Uebel sey, so würde man es von einem solchen sagen können, welches wie dieses, wenig andere Dinge als lauter verschiedene Vertheidigungen eben derselben Sache, und zwar einer sehr abstrakten Sache anziehet,

het, endlich sie nur zu einem einzigen Endzwecke anziehet, nemlich sie alle zu widerlegen.

Wir können indessen diesem Misbrauche der Weitläuftigkeit nicht so gänzlich absagen, daß wir nicht noch einen Beweis herbey zu ziehen berechtiget seyn sollten, von dessen Verschweigung uns gleichwol die ganze Anzahl der Gegner und Verfechter unserer Streitsache lossprechen würde. Dieser Beweis hat nur wegen des Ranges seines Verfassers einen Anspruch auf eine Stelle in dieser Abhandlung; allein er hat nicht die geringste, in Betrachtung des Ansehens, darinn er bey den Anhängern beyder Partheyen stehet. Die Leibnitzianer haben nicht geglaubet, daß er ihrer Meynung etwas nutzen könne, und man hat nicht gesehen, daß sie zu demselben ihre Zuflucht genommen hätten, so sehr sie auch öfters in die Enge getrieben worden.

§ 103.

Ein Argument des Herrn Wolfen.

Herr **Wolf** ist derjenige, von dem wir diesen Beweis haben, und den er, mit allem Gepränge der Methode ausgezieret, in dem ersten Bande des Petersburgischen Commentarii vorgetragen hat. Man kann sagen: daß die Hindurchführung seines Satzes durch eine große Reihe von vorhergehenden Sätzen, die vermittelst einer gestrengen Methode sehr genau zertheilet und vervielfältiget werden, der Kriegslist einer Armee zu vergleichen ist, welche, damit sie ihrem Feinde ein Blendwerk mache, und ihre Schwäche verberge, sich in viele Haufen sondert, und ihre Flügel weit ausdehnet.

Ein jeder, der seine Abhandlung in dem angeführten Werke der Akademie lesen wird, wird be-

befinden: daß es sehr schwer sey, in ihr dasjenige heraus zu suchen, was darinn den rechten Beweis ausmacht, so sehr ist alles, vermöge der analytischen Neigung, die sich daselbst hervor thut, gedehnet und unverständlich gemacht worden. Wir wollen uns die Beschaffenheit seines Unternehmens einigermaßen bekannt machen.

§ 104.

Der Haupt-Grundsatz dieses Argumentes.

Herr **Papin** hatte behauptet: man könne nicht sagen, daß ein Körper etwas gethan habe, wenn er gar keine Hindernisse überwältiget, keine Massen verrücket, keine Federn spannet, u. s. w. Herr Wolf widerspricht ihm hierinn, und zwar aus diesem Grunde: Wenn ein Mensch eine Last durch einen gewissen Raum hindurch trägt, so ist jedermann darinn einig, daß er etwas **gethan** und ausgerichtet habe; nun träget ein Körper seine eigene Masse, vermöge der Kraft, die er in würklicher Bewegung besitzet, durch einen Raum hindurch: Eben hiedurch hat seine Kraft etwas **gethan** und ausgeübet. Herr Wolf verspricht im Anfange seiner Abhandlung sich dieses Grundes zu begeben, und unabhängig von demselben seinen Satz zu beweisen; allein er hat sein Wort nicht gehalten.

Nachdem er erkläret hatte, was er durch **unschädliche Würkungen** (effectus innocuos) verstehe, nemlich solche, in derer Hervorbringung die Kraft sich nicht versehret; so setzet er einen Satz zum Grunde, auf welchem sein Gebäude einzig und allein errichtet ist, und den wir ihm nur nehmen dürfen, um alle Bemühung seiner Schrift frucht-

fruchtlos zu machen. Si duo mobilia per spatia inæqualia transferuntur, effectus innocui sunt vt spatia. Dieses ist der Satz, den wir meynen (*). Lasset uns sehen, wie er es angefangen hat, ihn zu beweisen. Er schliesset auf folgende Weise: Wenn der Effect durch den Raum A, wie e ist, so ist derjenige Effect, der in einem gleichen oder eben demselben Raum A geschiehet, auch e; folglich in dem Raum 2 A ist er 2 e, in dem Raum 3 A wird er 3 e seyn, d. i. die Effecten werden in der Proportion der Räume stehen.

Sein Beweis beruhet also auf dieser Voraussetzung: **Wenn der Körper durch eben denselben Raum gehet, so hat er auch eben dieselbe unschädliche Würkung ausgeübet.** Dieses ist der rechte Punkt der Verführung und des Irrthumes, der sich hernach über seine ganze Schrift ausbreitet. Es ist nicht genug, daß nur der Raum eben derselbe sey, wenn die Würkung, die in ihm durch einen gleichen Körper verübet worden, auch dieselbe seyn soll; man muß hiebey die Geschwindigkeit des Körpers, womit er den Raum zurück leget, mit in Erwegung ziehen. Wenn diese nicht ebenfalls gleich ist, so wird, aller der Gleichheit des Raums

(*) Es hat also Herr Wolf in der Bewegung durch einen Raum, darinn dem Körper nichts widerstehet, d. i. durch einen leeren Raum, demselben gewisse Würkungen beygeleget; und dieser Würkungen bedienet er sich hernach zu einem Maaße der Kraft des Körpers; folglich ist er seinem Versprechen nicht nachgekommen.

Raums ungeachtet, die unschädliche Würkung dennoch unterschieden seyn. Dieses zu begreiffen müssen wir uns, so wie wir im 17. §. gethan haben, den Raum, den der Körper durchläuft, nicht als vollkommen leer, sondern als mit Materie, aber mit unendlich dünner, folglich unendlich wenig widerstehender Materie erfüllet, vorstellen. Dieses geschicht nur, damit wir eine wahre Wirkung und ein gewisses Subject derselben haben, denn im übrigen bleibt es dennoch eine unschädliche Wirkung, so wie im Wolfischen Argumente. Wenn also der Körper einen eben so großen Raum als ein anderer der ihm gleich ist, zurücke leget: so haben sie beyde gleich viel Materie verrücket, aber deswegen noch nicht allemal gleiche Würkung ausgeübet. Denn, wenn der eine seinen Raum mit zweymal mehr Geschwindigkeit durchgelaufen hat, so haben alle Theilchen seines Raumes durch seine Würkung auch zweymal mehr Geschwindigkeit von ihm erhalten, als die Theilchen des Raumes, den der andere Körper mit einfacher Geschwindigkeit durchläuft, folglich hat der erstere Körper eine größere Würkung ausgeübet, obgleich die Masse und der zurückgelegte Raum in beyden gleich war.

§ 105.

Noch ein Hauptgrund des Wolfischen Schediasmatis.

So ist denn der Grundsatz aller Schlüsse des Herrn Wolfen augenscheinlich falsch, und streitet wider dasjenige, was man von den Begriffen des Wirkens und der Bewegung am allerklärsten und gewissesten beweisen kan. Wenn man einmal geirret hat, so ist die Folge nichts anders, als eine Kette

von Irrthümern. Herr Wolf ziehet aus seinem Grundsatze einen andern, der seinem System eigentlich alle die große Folgerungen, die den Leser so unvermuthet überraschen und in Verwunderung setzen, darbiethet. Er heißt: **Weil in gleichförmiger Bewegung die Raume in zusammengesetzter Verhältniß der Geschwindigkeiten und Zeiten sind; so sind die unschädliche Würkungen, wie die Massen, Zeiten und Geschwindigkeiten zusammen.** Hierauf bauet er das Theorem: Actiones, quibus idem effectus producitur, sunt vt celeritates. In dem Beweise dieses Lehrsatzes findet sich ein Fehlschluß, der wo möglich noch härter ist als der, welchen wir kaum bemerket haben. Er hatte bewiesen: daß, wenn zwey gleiche Körper einerley Wirkung in ungleicher Zeit ausrichten, ihre Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Zeiten verhalten, darinn diese gleiche Wirkungen hervorgebrachtwerden, das heißt: daß der Körper, der seine Wirkung in halber Zeit vollendet, zwey Grade Geschwindigkeit habe, da der andere im Gegentheil, der die ganze Zeit dazu aufwenden muß, nur einen Grad besitzet: Hieraus schliesset er: **Weil jedermann gestehet, diejenige Action sey zweymal größer, die in zweymal kürzerer Zeit als eine andere ihre Wirkung vollbringet: so werden die Actiones in diesem Falle in umgekehrter Verhältniß der Zeiten, d. i. der geraden von den Geschwindigkeiten seyn.** Hierauf gehet er weiter fort, und erweget den Fall, da zwey verschiedene Körper einerley Wirkung in gleicher Zeit ausüben.

Wird widerleget.

üben. Er zeiget: daß in diesem Falle die Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniß der Massen seyn werden, und schliesset ferner also: Quoniam hic eadem est ratio massarum, quæ in casu priori erat temporum; ratio vero celeritatum eodem modo se habeat: perinde est, sive massæ diversæ & tempus idem, sive massæ sint eædem & tempus diversum &c. Dieser Schluß ist ein Ungeheuer, nicht aber ein Argument, das man in einer mathematischen Abhandlung finden sollte. Man erinnere sich: daß in dem vorigen Falle nur deswegen sey gesagt worden, die Actiones zweyer gleichen Körper, welche in ungleichen Zeiten gleiche Wirkung ausrichten, seyn umgekehrt wie die Zeiten, weil diejenige Action, die eine Würkung in kürzerer Zeit ausrichtet, eben deswegen, und auch in eben demselben Maaße grösser ist, als eine andere, welche dazu mehr Zeit aufwendet. Also hat dieser Schluß aus diesem Grunde statt, weil die Kürze der Zeit, darinn eine Würkung vollendet wird, jederzeit von einer desto größern Action zeuget. Allein, wenn ich, wie hier in dem zweyten Falle, an statt der Ungleichheit der Zeiten die Ungleichheit der Massen setze, und dagegen die Zeiten, gleich mache; so siehet man leicht, daß die Ungleichheit der Massen die Folge nicht habe, welche die Ungleichheit der Zeiten hat. Denn bey der erstern hatte der Körper, der in kleinerer Zeit seine Wirkung vollendete, eben deswegen, **weil die Zeit kleiner war**, eine größere Action ausgeübet; allein hier hat der Körper, der eine kleinere Masse hat, und mit derselben in gleicher Zeit eben so viel Wirkung

als der andre ausrichtet, **nicht wegen der Kleinigkeit seiner Masse eine größere Activität.** Dies wäre ganz ungereimt zu sagen; denn die Kleinigkeit der Masse, ist ein wahrer und wesentlicher Grund worauf vielmehr die **Kleinigkeit** der Activität beruhet, und wenn ein Körper ohnerachtet dieser Kleinigkeit der Masse dennoch in gleicher Zeit eben so viel Wirkung als ein anderer ausübet, so kan man nur schliessen: daß das, was seiner Actioni wegen einer geringen Masse abgehet, durch eine größere Geschwindigkeit ersetzet und ausgefüllet, und dadurch der Actioni des andern gleich gemacht worden. Also, wenn die Massen ungleich, die Zeiten und Wirkungen aber gleich seyn: so kan man nicht sagen, die Actiones der Körper verhalten sich umgekehrt wie ihre Massen, ob wohl in dem Falle der ungleichen Zeiten und gleichen Massen diese Proportion in Ansehung der Zeiten und Actionum statt hatte: **Es ist daher nicht einerley: ob die Massen ungleich und die Zeiten gleich, oder ob die Zeiten ungleich und die Massen gleich seyn.**

So ist denn derjenige Beweis, worauf ein Haupttheorem in der Wolfischen Abhandlung gegründet worden, ungültig und unnütze; also werden die lebendige Kräfte daselbst kein Land finden, das sie nähren kan.

Es giebt zuweilen in einer Schrift gewisse mäßige Fehler, die sich nicht sehr weit ausbreiten, und die Gültigkeit der Hauptsache nicht gänzlich verderben. Allein in derjenigen, von welcher wir reden, laufen die Sätze an der Methode als an einem

nem Seile herab; daher machen ein oder zwey Irrthümer das ganze System verwerflich und unbrauchbar.

§ 106.

Wir haben noch keine Dynamick.

Herr Wolf hatte in seiner Abhandlung das Vorhaben uns die erste Grundlage zu einer Dynamik zu liefern. Sein Unternehmen ist unglücklich ausgefallen. So haben wir denn noch zur Zeit keine Dynamische Grundsätze, auf welche wir mit Recht bauen können. Unsere Schrift, welche die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte darzulegen verspricht, sollte diesen Mangel ergänzen. Das dritte Capitel soll hievon einen Versuch machen; allein darf man wohl hoffen: daß man das Ziel treffen werde, da es einem von den versuchtesten in dieser Art der Betrachtung nicht gelungen ist es zu erreichen.

§ 107.

Das Argument des Herrn von Muschenbröck.

Eben, da ich im Begriffe bin, die Widerlegung derer Gründe, worauf die berühmteste Leibnitzianer ihre Kräftenschätzung gründen, mit dem vorhergehenden Falle zu beschliessen, erhalte ich die, vom Herrn Professor Gottscheden übersetzte **Grundlehren der Naturwissenschaft** des Herrn Peters von **Muschenbröck**, die in der Ostermesse dieses 1747sten Jahres an das Licht getreten sind. Dieser große Mann, der größeste unter den Naturforschern dieser Zeit, an dessen Meynungen das Vorurtheil und der Seckteneifer weniger als an irgend eines andern Menschen Lehrsätzen einen Antheil hat, dieser so berühmte Philosoph, hat die Schä-

tzung des Herrn von Leibnitz erstlich seiner mathematischen Untersuchung, hernach denen Versuchen, die er so geschickt zu machen weiß, unterworfen, und in beyden bewährt befunden. Dieser letztere Weg den er genommen hat, gehöret nicht zu gegenwärtigem Hauptstücke; allein der erstere gehöret zu demselben. Die Absicht dieser Abhandlung erfordert es von mir, die Schwierigkeiten, die der berühmte Verfasser daselbst der Schätzung des Cartesius machet zu erwegen, und sie, wo möglich, von dem Gegenstande, dessen Vertheidigung unser Geschäfte ist, abzuwenden. Werden mir aber nicht die enge Gränzen dieser Blätter, oder damit ich mich offenherzig ausdrücke, die erstaunliche Ungleichheit, die sich hier hervorthut, unüberwindliche Hindernisse setzen?

Laßt uns sehen was vor Gründe es gewesen sind, die ihm in der mathematischen Erwegung Leibnitzens Gesetze zu beweisen geschienen haben. * Wenn eine gewisse äusserliche Ursache, die sich mit dem gedruckten Körper zugleich mit beweget, z. E. eine Feder BC, die an dem Wiederhalte AS befestiget, einen Körper F fortstößet, gegeben ist: so wird sie demselben, wenn er in Ruhe ist, 1 Grad Geschwindigkeit ertheilen. So bald aber dieser Körper diesen Grad schon besitzet, so werden zweymal mehr Federn erfordert, ihm den zweyten Grad der Geschwindigkeit zu geben. Denn wenn sich die einfache Feder noch einmal allein ausstreckete, so würde der Körper, der sich schon mit eben dem Grade Geschwindigkeit würklich beweget, womit die Feder sich ausdehnet, dieselbe fliehen, und ihre Drucke nicht

* Fig. XVI.

nicht in sich aufnehmen. Allein es muß die zweyte Feder * DB hinzukommen, die da machet, daß der Punct B, an welchem sich die Feder BC steifet, dem Körper mit der Geschwindigkeit, damit er entfliehen würde, nachfolge, und daß auf diese Weise der Körper F wie anfänglich in Ansehung der Feder BC ruhe, damit er, wenn diese sich ausstrecket, den Grad Geschwindigkeit wie 1 erhalte. Eben * so werden drey Federn ED, DB, BC, erfordert, um dem Körper F, der schon an sich 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, nur den dritten zu ertheilen. Einem Körper, der schon 100 Grade hat, einen einzigen neuen zu ertheilen, werden 101 Federn erfordert, und so weiter. Also ist die Anzahl der Federn, die nöthig sind einem Körper einen gewissen Grad Geschwindigkeit zu geben, wie die Anzahl der Grade, in welche die ganze Geschwindigkeit des Körpers zertheilet ist; d. i. die ganze Kraft der Federn, die einem Körper einen Grad Geschwindigkeit mittheilen, ist wie die ganze Geschwindigkeit, die der Körper alsdenn haben würde, wenn er diesen Grad besässe. Nun sind in dem Triangel * ABC, dessen Cathetus AB in gleiche Theile getheilet worden, die Linien DE, FG, HI, &c. wie die Linien AD, AF, AH, folglich kan man sich der Linie DE bedienen, um diejenige Feder anzuzeigen, die dem Körper den ersten Grad Geschwindigkeit AD ertheilet, die zweymal größere Linie FG, um die zweyfache Feder anzuzeigen, die den zweyten Grad Geschwindigkeit DF hervorbringt; die Linie HI, um die dreymal größere Feder anzudeuten, die den dritten Grad Geschwindigkeit FH erwecket, u. s. w.

* Fig. XVII.

* Fig. XVIII.

* Fig. XIX.

Wenn man sich diese Linien DE, FG, &c. unendlich nahe gedenket, so werden sie nach der Methode des unendlich kleinen, die Cavalerius in die Meßkunst eingeführet hat, den ganzen Inhalt des Triangels ABC ausmachen. Also ist die Summe aller Federn, die in einem Körper die Geschwindigkeit AB erzeugen, wie die Fläche ABC, d. i. wie das Quadrat der Geschwindigkeit AB. Diese Federn aber stellen die Kräfte vor, welche zusammen in dem Körper gedachte Geschwindigkeit hervorgebracht haben, und **wie sich die Anzahl Kräfte die in einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft**; also ist die Kraft eines Körpers wie das Quadrat der Geschwindigkeit die er besitzet.

§ 108.

Untersuchung dieses Argumentes.

Ich glaube ein Anhänger des Cartesius würde folgendes gegen diesen Beweis einwenden:

Wenn man die, in einen Körper übertragene Kraft, nach der Summe gewisser Federn schätzen will: so muß man nur diejenige Federn nehmen, die ihre Gewalt in den Körper würklich hinein bringen; allein diejenige, die in ihn gar nicht gewürket haben, kan man auch nicht gebrauchen, um eine ihnen gleiche Kraft in dem Körper zu setzen. Dieser Satz ist einer von den allerdeutlichsten der Mechanik, und den nie ein Leibnitzianer in Zweifel gezogen hat Der Herr von Musschenbroeck selber bekennet sich zu demselben am Ende seines Beweises; denn dieses sind seine Worte: Wie sich die

die Anzahl Kräfte, die in einen Körper würken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft. Wenn aber ein Körper F, der sich schon mit 1 Grade Geschwindigkeit beweget, durch die Ausstreckung der zweyen Federn DB, BC den 2ten Grad erhält; so würket von diesen zweyen Federn nur BC in ihn, DB aber bringet nichts von ihrer Spannungskraft in ihn hinein. Denn die Feder DB strecket sich mit 1 Grade Geschwindigkeit aus; der Körper F aber beweget sich auch schon würklich mit 1 Grade; also fliehet F den Druck dieser Feder, und dieselbe wird ihn in ihrer Ausbreitung nicht erreichen können, um die Kraft ihrer Ausspannung in ihn zu übertragen. Sie thut weiter nichts, als daß sie den Widerhalt B, an welchem sich die Feder Bc steifet, dem Körper F, mit eben der Geschwindigkeit, womit er sich beweget, nachträget, damit derselbe, in Ansehung dieses Körpers, ruhe, und die Feder BC ihre ganze Kraft, die wie 1 ist in ihn hinein bringe. Sie ist also keine würkende, sondern nur eine Gelegenheitsursache, der Kraft, die auf diese Weise in F zu der ersteren hinzu kommt; die einzige Feder BC aber ist die würkende Ursache derselben. Ferner, wenn dieser Körper schon 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, so ertheilet ihm unter den dreyen gleichen Federn ED, DB, BC, nur die einzige BC ihre Kraft und auch den dritten Grad der Geschwindigkeit, u. s. w. ins unendliche. Also wenn DE * die erste Feder ist, deren Kraft in den Körper F hinein gekommen, und den ersten Grad Geschwindigkeit AD in ihm erwecket hat, so hat die Feder fG, die

* Fig. XIX.

ihr gleich ist, ihm den zweyten Grad Geschwindigkeit gegeben, und ihre Kraft in ihm übertragen; die Feder h I den dritten Grad, u. s. w. folglich machet die Summe der Federn DE + f G + h I + k M + l N + r O + b C = B C die ganze Größe der Kraft aus, die an den Körper F von seiner Ruhe an angewandt worden, und die in ihm die Geschwindigkeit AB erwecket hat. Es verhält sich aber BC wie AB, und BC ist die Kraft, AB aber die Geschwindigkeit; also ist die Kraft wie die Geschwindigkeit, und nicht wie das Quadrat derselben.

§ 109.

Neuer Fall zu Bestätigung des Cartesianischen Kräftenmaaßes.

Nunmehro sind wir über alle die Schwierigkeiten hinweg, die uns in der Behauptung des Cartesianischen Gesetzes entgegen stehen könnten. Wir wollen es aber hiemit noch nicht gnug seyn lassen. Eine Meynung, die einmal im Besitze des Ansehens, und so gar des Vorurtheiles ist, muß man ohne Ende verfolgen, und aus allen Schlupfwinkeln heraus jagen. Eine solche ist wie das vielköpfigte Ungeheuer, das nach jedwedem Streiche neue Köpfe aushecket.

Vulneribus fœcunda suis erat ille: nec ullum
De centum numero caput est impune recisum,
Quin gemino cervix hærede valentior esset.

Ovid. Metam.

Ich würde es mir vor sehr rühmlich halten: wenn man an diesem Werke tadelte, daß es die Leibnitzische Kräftenschätzung überflüßig und mit mehr Grün-

den

den als es nöthig gewesen wäre, widerlegt hätte; allein ich würde mich schämen, wenn ich es daran hätte ermangeln lassen.

Nehmet eine inclinirte Schnellwaage * ACB, deren ein Arm CB gegen den andern AB vierfach, der Körper B aber, der das Ende des vierfachen Armes drücket, gegen den andern A viertheilig ist. Diese werden in der Lage, darinn wir sie gesetzet haben, ruhen und gegen einander vollkommen im Gleichgewichte stehen. Hänget zu dem Körper A noch ein kleines Gewichte c hinzu; so wird der Körper B durch den Bogen B b gehoben, und A dagegen durch den Bogen A a herabsinken, der Körper B aber wird in dieser Bewegung viermal mehr Geschwindigkeit als A erhalten. Nehmet das Gewichte c hinweg, und hänget dagegen ein viermal kleineres d zu dem Körper b an das Ende des Waagarmes C b hinzu; so wird b durch den Bogen b B niedergedrückt, a aber durch den Bogen a A hinauf gehoben werden; b aber, welches einerley mit B ist, wird hiedurch eben so viel Geschwindigkeit als in dem erstern Falle erhalten, imgleichen a, welches einerley mit A ist, wird seine Geschwindigkeit, die in ihn im erstern Falle hinein gebracht wurde nun ebenfalls bekommen; nur mit diesem Unterschiede: daß die Richtung der Bewegungen umgekehrt wird. Da nun die Würkung, welche das angehängte Gewichte c ausübet, in der Kraft, die der Körper A und B zusammen haben, bestehet, und die Wirkung, die das viermal kleinere d ausrichtet, ebenfalls in derjenigen Kraft, welche b = B und a = A hiedurch zusammen erhalten, zu

* Fig. XX.

zu setzen ist; so ist klar: daß diese Gewichter c und d gleich große Wirkungen ausgeübt, folglich gleich viel Kraft müssen angewandt und also auch gehabt haben. Es sind aber die Geschwindigkeiten, womit diese Gewichter c und d würken, (nemlich so wohl ihre Anfangsgeschwindigkeiten, als die endliche Geschwindigkeiten, die sie durch die Häuffung aller dieser Druckungen erhalten,) umgekehrt wie ihre Massen: also haben zwey Körper, deren Geschwindigkeiten in umgekehrter Verhältniß ihrer Massen sind, gleiche Kräfte; welches die Schätzung nach dem Quadrate umwirft.

§ 110.

Leibnitzens Zweifels-Knoten.

Die Cartesianer haben den Vertheidigern des neuen Kräftenmaaßes niemals mit mehr Zuversicht Trotz biethen können, als nachdem Herr Jurin den Fall gefunden hat, dadurch man auf eine einfache Art und mit sonnenklarer Deutlichkeit einsiehet: daß die Verdoppelung der Geschwindigkeit jederzeit nur die Verdoppelung der Kraft setze. Herr von Leibnitz leugnete dieses insbesondere in dem Versuche einer Dynamischen Abhandlung, die er den Actis * einverleibet. Man höre ihn nur folgendergestalt reden: Cum igitur comparare vellem corpora diversa, aut diversis celeritatibus prædita, equidem facile vidi: si corpus A sit simplum, & B duplum, utriusque autem celeritas æqualis, illius quoque vim esse simplam, hujus duplam, cum præcise quicquid in illo ponitur semel, in hoc ponatur bis. Nam in B est bis corpus ipsi A æquale, & æquivelox nec quicquam ultra. *Sed si corpora A*

* Acta 1695. pag. 155.

&

& B sint aequalia, celeritas autem in A sit simpla, & in C dupla, videbam non praecise quod in A est duplari in C. Diesen Knoten hat Herr Jurin durch den leichtesten Fall von der Welt aufgelöset.

Auflösung des Herrn Jurins.

Er nahm eine bewegliche Fläche, z. E. * einen Kahn AB an, der sich nach der Richtung BC, mit der Geschwindigkeit, wie 1 beweget und die Kugel E mit gleicher Bewegung mit sich wegführet. Diese Kugel hat also durch die Bewegung der Fläche die Geschwindigkeit 1, und auch die Kraft 1. Er nimmt ferner auf dieser Fläche eine Feder R an, die an dem Widerhalte D losschnellet, und der gedachten Kugel E vor sich noch einen Grad Geschwindigkeit, und also auch einen Grad Kraft ertheilet. Also hat dieselbe zusammen zwey Grade Geschwindigkeit, und mit demselben zwey Grade Kraft empfangen. Es ziehet folglich die Verdoppelung der Geschwindigkeit nichts mehr als die Verdoppelung der Kraft nach sich, und nicht wie die Leibnitzianer sich fälschlich überreden, die Vervierfachung derselben.

* Fig. XXI.

Dieser Beweis ist unendlich deutlich, und leidet gar keine Ausflucht, denn die Bewegung der Fläche kan nichts mehr thun, als daß sie dem Körper eine Geschwindigkeit, die ihr gleich ist, das ist, eine einfache Geschwindigkeit, und folglich auch eine einfache Kraft ertheile. Die Feder R aber, weil sie eine gemeinschaftliche Bewegung mit der Fläche und Kugel zugleich hat, würket mit nichts als ihrer Spannungs-Kraft. Diese nun ist gerade so groß, daß sie einem Körper wie der unsrige ist nicht mehr wie einen Grad Geschwindigkeit, und also auch

nur einen Grad Kraft ertheilen könne. Also wird man in allem, was in die Construction dieses Problems hineinkommt, nichts mehr als die Ursachen zu 2 Graden Kraft antreffen, man mag sich wenden, wohin man wolle, und dennoch werden in dem Körper würklich 2 Grade Geschwindigkeit vorhanden seyn.

§ 111.

Der Frau von Chastelet Einwurf gegen Jurins Argument.

Die Marquisin von **Chastelet** hat dieses Argument des Herrn **Jurius** bestritten, aber auf eine Art, deren Schwäche zu bemerken sie scharfsinnig genug gewesen wäre, wenn die Neigung gegen eine Meynung, auf welche einmal die Wahl gefallen, nicht einer schlimmen Sache den schönsten Anstrich geben könte.

Sie hat folgendes eingewandt. Der Kahn AB ist keine unbewegliche Fläche; folglich wenn sich die Feder R gegen den Wiederhalt D steifet, so wird sie in den Kahn gewisse Kräfte hineinbringen, und man wird also in der Masse des Kahnes, die 2 Grade Kraft wiederfinden, die man in dem Körper E nach Leibnitzischer Schätzung vermisset.

§ 112.

In dieser Ausflucht findet sich der Fehler desjenigen Trugschlusses, den man fallaciam ignorationis elenchi nennet. Sie greifft das Argument ihres Gegners nicht eigentlich da an, wo er den Nerven seines Beweises hinein geleget hat; sondern bekümmert sich um einen zufälligen Nebenumstand, der ihrer Meynung günstig zu seyn scheinet,

net, der aber dem Jurinischen Beweise nicht nothwendig anklebet. Wir können diesen Stein des Anstoßes leicht aus dem Wege räumen. Es hindert uns nichts uns den Kahn AB als durch eine solche Kraft getrieben, vorzustellen, die ihm nicht verstattet, vermöge der Anstrengung der Feder gegen D, in die Richtung AF im geringsten zurück zu weichen. Man darf ihn zu diesem Ende nur von unendlich großer Masse gedenken. Der Kahn wird alsdenn durch die endliche Kraft der Feder R nur unendlich wenig, d. i. gar nicht weichen; also wird der Körper eben die Kraft von dieser Feder erhalten, als wenn dieselbe gegen einen gänzlich unbeweglichen Widerhalt gespannet, losschnellete, d. i. er wird ihre ganze Kraft erhalten.

§ 113.

Herrn Richters Einwurf gegen Jurins Argument.

Herr **Richter**, der in dem Verzeichnisse derjenigen, welche zu der Emporhaltung des neuen Kräftenmaaßes ihren Beytrag gethan haben, keine geringe Stelle verdienet, hat einen etwas scheinbareren Einwurf gegen Jurins Argument vorgebracht. *

Er glaubt, eben dieselbe Kraft könne in Relation gegen verschiedene Dinge sehr ungleich seyn. Die Feder R habe der Kugel E zwar in Ansehung derer Dinge, die sich mit dem Kahne zugleich in einer Richtung und Geschwindigkeit bewegen eine Kraft wie 1 ertheilet, allein in Ansehung derer Gegenstände, die da ausserhalb dem Kahne würklich ruhen, habe die Feder der Kugel nicht eine einfache, sondern dreyfache Kraft gegeben.

* Act. Erud. 1735 p. 511.

Ich

Ich möchte gerne wissen, wo doch die zwey Grade Kraft, die nach Herrn Richters Meynung der Körper E in Relation gegen die ruhende Gegenstände erhält, herkommen sollten; denn sie können doch nicht wegen einer leeren Abstraction oder eines müßigen Gedankens in ihm entstanden seyn; sondern es müssen durchaus thätige Ursachen und Kräfte seyn, wodurch sie hätten hervorgebracht werden sollen. Wenn aber alles gegen die äussere Dinge in absoluter Ruhe ist, und der Kahn fängt an sich mit einem Grade Geschwindigkeit zu bewegen, so entstehet in dem Körper E hiedurch ein Grad absoluter Kraft. Von da an thut der Kahn schon keine Wirkung mehr in den Körper; denn er ruhet in Ansehung seiner, allein die Spannungs-Kraft der Feder fängt an ihre Thätigkeit auszulassen. Diese hat nun gerade nur so viel, als zu Hervorbringung eines Grades Kraft erfordert wird; mehr wird man in ihr vergeblich suchen. Es ist also in den Körper nicht mehr absolute Wirkung verübt worden, als nur so viel man zu 2 Graden Kraft rechnet. Wenn nun in Relation gegen die ruhenden Dinge, d. i. in absolutem Verstande, in dem Körper 4 Grade Kraft entstanden seyn sollten, und es wäre dennoch nicht mehr wie 2 Grade absolute Wirkung in demselben ausgeübet worden, so müsten 2 Grade von ohngefehr und ohne Ursache entstanden, oder aus dem Nichts hervorgekrochen seyn.

Man kan zu gänzlicher Vermeidung alles Scrupels, wenn anders in einer so klaren Sache einiger Scrupel statt hat, den Fall des Herrn Jurins so

so einrichten: daß, wenn alles in absoluter Ruhe ist, der Körper E zuerst von der Feder einen Grad Geschwindigkeit überkomme, indessen daß der Kahn noch ruhet, so wird unstrittig diese erlangte Kraft des Körpers E eine absolute Kraft seyn. Wenn nun der Kahn sich alsdenn auch anfängt mit einem Grade zu bewegen: so ist dieses wiederum eine absolute Bewegung, weil er vorher gegen alle Dinge ruhete. Er theilet also allem demjenigen, was zu seiner Masse gehöret, folglich auch dem Körper E, wiederum einen Grad Kraft mit, der, weil die Ursache, die ihn erzeugete, in absoluter Bewegung gewirket hat, von derselben nicht mehr wie einfach seyn kan. Also entspringen auch auf diese Weise in allem nicht mehr wie 2 Grade Kraft vor den Körper E.

Herr Richter suchet sich noch mit einer andern Ausflucht, die er von dem Stoße elastischer Körper hernimmt, heraus zu wickeln. Allein seine Rechtfertigung ist auf der gemeinen Hypothese der Leibnitzianer erbauet: daß man nach dem Stoße elastischer Körper gerade die Kraft, die vor dem Stoße war, antreffen müsse. Wir haben diese Voraussetzung widerleget; also ist es nicht nöthig sich mit Herrn Richtern hier insbesondre einzulassen.

§ 113.

Zusätze und Erläuterungen,

die einige Stücke dieses Capitels betreffen.

I.

Erläuterung zum 25ten §.

Weil das Theorem dieses §. die vornehmste Grundveste unserer gegenwärtigen Betrachtungen ist, so wollen wir es unter einer etwas deutlichern Gestalt vortragen.

Das Merkmahl einer wirklichen Bewegung ist eine endliche Dauer derselben. Diese Dauer aber, oder, die von dem Anfange der Bewegung verflossene Zeit, ist unbestimmt, kan also nach Belieben angenommen werden. Wenn demnach die Linie A B * die während der Bewegung verfliessende endliche Zeit vorstellet: So hat der Körper in B eine würkliche Bewegung, ferner in C, als der Helfte, auch in D, als dem Punkte des Viertheiles, und so fort an in allen noch kleineren Theilen dieser Zeit, man mag sie ins unendliche so klein machen als man will; denn dieses erlaubet der unbestimmte Begriff ihrer Größe. Also kan ich diese Zeit unendlich klein gedenken, ohne daß hiedurch dem Begriffe der Wirklichkeit der Bewegung etwas abgehet. Wenn aber die Zeit dieser Dauer unendlich klein ist, so ist sie wie nichts zu rechnen, und der Körper ist nur in dem Anfanspunkte, d. i. in einer bloßen Bestrebung zur Bewegung. Folglich, wenn es ohne fernere Einschränkung, so wie Leibnitzens Gesetze erheischet, wahr ist, daß des Körpers Kraft in jeder wirklichen Bewegung das Quadrat zum Maaße hat: So ist sie auch bey bloßer Bestrebung zur Bewegung also bechaffen; welches sie selber doch verneinen müssen.

* Tab. I. Fig. 2.

Deutlicherer Vortrag des 25. §.

Es

Es scheinet beym ersten Anblicke, als wenn Leibnitzens Gesetze, durch die ihm anhängende Einschränkung der endlichen verflossenen Zeit genugsam gesichert sey, daß es nicht auf die Bewegung, deren Dauer unendlich klein ist, könne gezogen werden; denn die endliche Zeit ist ja ein Begriff, der ein, von der unendlich kleinen Zeit, ganz unterschiedliches Geschlechte, andeutet: also hat es das Ansehen, daß, bey dieser Einschränkung, dasjenige durchaus nicht könne auf die unendlich kleine Zeit gezogen werden, was nur unter der Bedingung der endlichen zugelassen wird. Es hat dieses auch seine Richtigkeit: wenn man von der endlichen Zeit so redet, daß man dabey voraussetzet, daß sie bestimmt, und ihre Größe determinirt seyn müsse, wenn diese oder jene Eigenschaft aus ihr, als einer Bedingung, herfließen soll. Wenn man aber eine endliche Zeit erfordert, aber dabey zulässet, daß man sie so groß oder klein nehmen könne, als man wolle: so ist alsdenn auch die unendlich kleine Zeit mit in ihr Geschlecht eingeschlossen. Denen Leibnitzianern kan dieses nicht unbekannt seyn. Denn sie müssen wissen, daß ihr Anherr das Gesetze der Continuität auf diesem Grunde erbauet habe: daß nemlich, wenn man annimmt, A sey größer als B, doch so, daß es unbestimmt sey, wie viel oder wenig es größer sey, so werde man ohne den Gesetzen die unter dieser Bedingung wahr seyn, Eintrag zu thun, auch sagen können, A sey B gleich, oder, wenn man A gegen B anlaufen läßt, und annimmt, daß sich B auch bewege, so werde man, wenn der Grad dieser seiner Bewegung unbestimmt ist, auch annehmen können, daß B ruhe, ohne daß hie-

Woher der undeterminirte Begriff der endlichen Zeit die unendlich kleine mit in sich schließet.

hiedurch dasjenige könne aufgehoben werden, was unter jener Bedingung festgesetzet ist, und so in andern Fällen mehr.

Leibnitzens Schätzung gilt auch nicht unter der Bedingung der endlichen Geschwindigkeit.

Wollte man endlich noch sagen: daß Leibnitzens Schätzung zwar nicht unter der Bedingung der endlichen Zeit, aber dennoch unter der Voraussetzung der endlichen Geschwindigkeit, wahr sey, (obgleich dieses offenbar gegen ihre Lehre seyn würde,) so merke man: daß man die endliche Geschwindigkeit eben so wohl als die endliche Zeit, durch die Linie A B * vorstellen könne, und alsdenn wird es sich gleichfalls ausweisen, daß, wenn ihr Gesetz überhaupt bey endlicher Geschwindigkeit gilt, es auch bey unendlich kleiner gelten müsse, welches sie doch selber nicht umhin können zu leugnen.

* Tab. I. Fig. 2.

II.

Zusätze zu den §. 31, bis 36.

Unsere Gegner rechnen es unter die klärsten Begriffe, die man nur haben kan: daß ein Körper gerade die Kraft aller der Federn habe, die er zudrückt, bis ihm seine ganze Bewegung genommen worden, die Zeit, in der diese Federn gedrucket werden, sey wie sie wolle. Herr Johann Bernoulli sagt von denen, die mit der Anzahl der überwältigten Federn allein nicht zufrieden seyn, sondern noch immer nach der Zeit der Zudrückung fragen, daß sie eben so ungereimt wären, als einer der die Menge Wasser in einem Becher messen will, und sich an dem würklichen Maaße, was er vor sich hat, nemlich der Capacität des Bechers, nicht begnüget, sondern

meynet,

meynet, er müsse noch die Zeit dazu wissen, in der dieser Becher angefüllet worden. Er setzet vor Zuversicht und Unwillen hinzu *: Desine igitur quærere nodum in scirpo. Die Frau Marquisin von Chastelet hat einen eben so scherzhaften Einfall in Bereitschaft; allein sie irren beyde, und zwar, wo mir es erlaubt ist zu sagen, mit eben so großem Nachtheile ihres Ruhmes, als die Zuversicht war, die sie in diesem Irrthume haben blicken lassen.

* Acta Erud. 1735. p. 210.

Woher die Zeit nothwendig bey der Hinderniß der Schwere in Anschlag kommt.

Wenn eine jede von den Federn A, B, C, D, E, von solcher Art ist, daß sie nur einem einzigen Drucke des Körpers M widerstehet, und zugleich dadurch ihre ganze Thätigkeit verlieret, folglich hernach in dem Körper M gar keine Wirkung mehr thut, er mag ihr so lange ausgesetzet seyn, als er wolle: so gestehe ich selber, daß der Körper einerley Kraft ausgeübet habe, er mag diese Federn in einfacher, oder vierfacher Zeit zugedrückt haben, denn nachdem er sie einmal zugedrückt hat, so bringt er die übrige Zeit bey ihr müßig zu. Wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers die Thätigkeit der Feder, deren Druck er überwindet, nicht zugleich aufhebet: so gehen aus der Feder in den entgegenwirkenden Körper alle Augenblicke neue Grade Kraft über; denn die Wirksamkeit dieser Feder, die in dem ersten Augenblicke die Ursache eines in dem Körper erloschenen Grades Kraft war, ist es auch noch, und zwar eben so stark, in dem zweyten Augenblicke, ferner in dem dritten, und so weiter in allen folgenden ins Unendliche. Unter diesen Bedingungen ist es nicht einerley, ob der Körper, der den Druck dieser Feder überwältiget, es in kürzerer, oder längerer

Zeit thue; denn in der längern hat er mehr Drückungen ausgehalten, als in der kürzeren. Nun ist aber der Druck der Schwere von dieser Art. Eine jede Feder derselben wirket alle Augenblicke mit gleicher Thätigkeit, und der Körper, der ihren Druck in dem ersten Augenblicke überwindet, hat es deswegen noch nicht auf alle folgende Augenblicke gethan. Er wird zu dem zweyten eben so viel Kraft brauchen, u. s. f. Die Kraft also, die ein Körper aufwendet, der Drückung eines einzigen Theiles der schwermachenden Materie Widerstand zu leisten, ist nicht bloß wie die Intensität der Schwerdrückung, sondern wie das Rectangulum aus dieser in die Zeit.

Noch ein Beweis gegen die lebendige Kräfte.

Man kan zum überflüßigen Beweis des Satzes: daß nicht die Anzahl der Federn, sondern die Zeit, das Maaß der verübten Wirkung sey, noch dieses hinzusetzen. Ein schreg geworfener Körper, dessen Bewegung parabolisch ist, müste so wohl eine gewisse Höhe weit schneller durch den Fall zurücklegen, als auch eine viel größere Geschwindigkeit und Kraft am Ende desselben überkommen, als ihm der senkrechte Fall von gleicher Höhe ertheilen könte. Denn indem er die krumme Linie beschreibt, so durchläuft er bis zum Ende des Falles einen grössern Raum, als wenn er vertikal gefallen wäre. In jenem größeren Raum aber muß er nothwendig mehr Federn der Schwere erdulden, als er in der kurzen geraden Linie antreffen konte, denn die schwerdrückende Materie ist nach allen Seiten gleich verbreitet: also müßte er, Leibnitzens Satze zufolge,

in

in jenem mehr Kraft und Geschwindigkeit erlangen, als in diesem, welches ungereimt ist.

Gedanken über den Streit, zwischen der Frau Marquisin von Chastelet, und dem Herrn von Mairan, von den lebendigen Kräften.

Der Herr von Mairan ist auf den Anschlag gekommen, die Kraft eines Körpers nach den **nicht überwundenen Hindernissen, nicht zugedrückten Federn, nicht verrückten Materien** zu schätzen, oder, wie sich die Frau von Chastelet ausdrückt, **nach demjenigen, was er nicht thut.** Diese Gegnerinn hat so etwas wunderliches in diesem Gedanken zu finden vermeynet, daß sie geglaubet hat, sie dürfe, um ihn lächerlich zu machen, ihn nur anführen. Ungeachtet dieser berühmte Mann nun seinem Gedanken eine Einschränkung beygefügt hat, worauf eigentlich alles ankommt, nemlich: **daß diese Federn dennoch würden zugedrückt worden seyn, wenn man durch** eine **Hypothese** annähme, daß er seine **Kraft behalten, oder immer wieder angenommen hatte**, so findet seine Gegnerinn dennoch so etwas unerlaubtes und unbefugtes in dieser Hypothese, daß sie ihm deswegen einen noch viel härteren Vorwurf machet. Ich werde kürzlich zeigen, wie gewiß und untrüglich der Gedanke dieses vortrefflichen Man-

nes sey, und daß, ausser des Herrn Jurins seinem, den wir schon angeführet haben, nicht leicht etwas entscheidenderes und gründlicheres in dieser Sache habe ersonnen werden können.

Vertheidigung der Schätzungs-Art des Hrn. von Mairan gegen die Frau von Chastelet.

Wenn man dasjenige nimmt, was die Kraft eines Körpers eingebüsset hat, indem gewisse Hindernisse durch dieselbe überwunden worden, wenn man, sage ich, diese Einbusse mißt: so weiß man auf das gewisseste, wie groß die gesammte Gewalt des überwältigten Widerstandes gewesen ist; denn der Körper hätte diesen Widerstand oder Hinderniß nicht überwinden können, ohne einen ihr gleichen Grad Kraft dabey aufzuwenden, und wie groß denn diese in dem Körper zernichtete und verzehrte Kraft ist, so stark ist auch die Hinderniß gewesen, die ihm dieselbe genommen hat, und auch die Wirkung, die auf dieselbe Weise verübet worden.

Nehmet nun einen Körper an, der mit fünf Graden Geschwindigkeit von dem Horizonte senkrecht in die Höhe steiget, und drücket den Raum, oder die Höhe die er erreichet, wie gewöhnlich durch den Inhalt des Triangels A B C aus, in welchem die Linie A B die verflossene Zeit, B C aber die Geschwindigkeit, womit er sich zu der Höhe erhebet, ausdrücke. Die gleiche Linien AD, DF, FH, u. s. w. sollen die Elemente der ganzen Zeit AB ausdrücken, folglich die kleinen Triangel, daraus die Fläche des großen zusammen gesetzt ist, und die alle so groß sind, wie ADE, die Elemente des ganzen Raumes, oder die Anzahl aller Federn, die der Körper binnen der Zeit A B zudrückt. Demnach drücket unser Körper in dem ersten Zeittheilchen BK, darinn er anfängt in die

die Höhe zu steigen, die 9 Federn zu, die er in dem Raume KL BC antrifft. Er würde aber, wenn die Zurückhaltung dieser Federn in ihm keine Kraft verzehret hätten, oder wenn dieser Verlust immer anders woher wäre ersetzet worden, annoch die Feder LEC dazu zugedrückt haben, die er itzo nicht zudrucken kan, weil ihm gerade so viel Kraft, als er hiezu haben muß, bey der Zudrückung der andern aufgegangen. Also ist die Feder LEC das Maaß derjenigen Kraft, die der Widerstand der zugedrückten 9 Federn in unserm Körper verzehret hat. Nachdem er nun dieses verrichtet hat, so fähret er fort, mit dem Ueberreste seiner Kraft, der ihm nach dem angezeigten Verluste übergeblieben, weiter in die Höhe zu steigen, und drücket in dem zweyten Zeittheilchen KH die 7 Federn, die in dem Raum HI KL angetroffen werden, zu. Hier ist nun aufs neue klar: daß wenn unser Körper diese 7 Federn hätte zudrücken können, und ihm doch seine Kraft ganz verblieben wäre, so würde er in eben derselben Minute noch die Feder Ii L dazu zugedrücket und überwältigt haben; allein, da er dieses nicht gethan hat, so folget: daß er, durch die Zudrückung der 7 übrigen Federn, den Grad verlohren habe, dessen Ergänzung ihn würde in den Stand gesetzet haben, Ii L noch dazu zu überwältigen; folglich zeiget diese Feder die Größe des Verlustes an, den der Widerstand der 7 Federn seiner Kraft zugezogen hat. Auf eben diese Weise wird die Feder G gi die Einbusse der Kraft, durch die Zurückhaltungen der Schwere in dem dritten Zeittheilchen FH, zu erkennen geben, und so weiter. So ist denn also

der Verlust, den der frey in die Höhe steigende Körper erleidet, indem er die Hinderniß der Schwere überwindet, wie die Summe der nicht zugedrückten Federn Llc, IiL, Ggi, Eeg, AaE, folglich auch die Quantität der Hinderniß selber, die er bezwungen hat, und mithin seine Kraft, in dieser Proportion. Und, da die nicht zugedruckten Federn die Verhältniß der Zeiten oder Geschwindigkeiten haben, so ist die Kraft des Körpers auch wie diese. W. Z. E.

Es erhellet ferner hieraus, warum Herr von Mairan, befugt sey, durch eine Hypothese anzunehmen, der Körper habe Hindernisse überwunden, und doch seine Kraft ganz behalten, welches anfänglich dem ersten Grundgesetze der Bewegungen zu wiedersprechen scheinet. Denn die Hindernisse nehmen ihm freylich einen ihnen gleichen Theil der Kraft; allein es stehet dennoch frey, diesen Abgang immer in Gedanken anderswoher zu ersetzen, und den Körper dennoch schadlos zu halten, damit man sehe, wie viel er, bey auf diese Weise unverminderter Kraft, mehr thun würde, als wenn dasjenige wäre verlohren geblieben, was die Hinderniß verzehret hatte. Dieses wird alsdenn das ganze Maaß derjenigen Kraft an die Hand geben, die der Widerstand wirklich dem Körper benimmt, weil es zu erkennen giebt, was vor einen Grad man hinzuthun müsse, damit der Körper nichts verlohren habe.

Ich kan nicht umhin, hier noch eine Anmerkung über diejenige Art zu machen, womit die Frau Marquisin die Lehrsätze ihres Gegners angreifet. Mich dünkt, sie habe keine bessere Methode erwählen können, ihm den allerempfindlichsten Streich beyzubrin-

brin-

bringen, als, da sie seinen Schlüssen den Zug von etwas seltsamen und ungereimten zu geben beschäftigt ist. Eine ernsthafte Vorstellung locket den Leser zu der gehörigen Aufmerksamkeit und Untersuchung an, und lässet die Seele zu allen Gründen offen, die von einer, oder der andern Seite in sie eindringen können. Aber die wunderliche Figur, unter der sie die Meynungen ihres Gegners auftreten läßt, bemächtigt sich so gleich der schwachen Seite des Lesers, und vernichtet in ihm die Lust zu einer näheren Erwegung. Diejenige Kraft der Seele, die die Beurtheilung und das Nachsinnen regieret, ist von einer trägen und ruhigen Natur; sie ist vergnügt den Punct ihres Ruhestandes anzutreffen, und bleibt gerne bey demjenigen stille stehen, was sie von einem mühsamen Nachdenken losspricht; darum läßt sie sich leicht von solchen Vorstellungen gewinnen, die die eine von zweyen Meynungen auf einmal unter die Wahrscheinlichkeit heruntersetzet, und die Mühe fernerer Untersuchungen für unnöthig erkläret. Unsere Philosophin hätte also ihr ridendo dicere verum, oder den Einfall, ihrem Gegner im Lachen die Wahrheit zu sagen, mit mehrerer Billigkeit, und vielleicht auch mit besserem Erfolg gebrauchen können, wenn ihr Gegner ernsthafter Gründe unfähig gewesen wäre, und man ihn seine Auslachenswürdigkeit hätte wollen empfinden lassen. Die Anmerkung, die ich hier mache, würde gegen eine jede andere Person ihres Geschlechtes das Ansehen eines ungesitteten Betragens, und einer gewissen Aufführung, die man pedantisch nennet, an sich haben; allein der Vorzug des Verstandes und der Wissenschaft,

an derjenigen Person, von der ich rede, der sie über alle übrige ihres Geschlechtes, und auch über einen großen Theil des andern, hinweg setzet, beraubet sie zugleich desjenigen, was das eigentliche Vorrecht des schöneren Theiles der Menschen ist, nemlich der Schmeicheley und der Lobsprüche, die dieselbe zum Grunde haben.

Die Wahl des Herrn von Mairans wird noch dadurch vortrefflich: daß die Federn, die in seiner Methode das Maaß der aufgewandten Kraft seyn, nicht allein gleich seyn, sondern auch in gleichen Zeiten würden seyn zugedrücket worden; folglich so wohl die Leibnitzianer vergnügt werden, die auf eine Gleichheit des Raumes dringen, wenn sie gestehen sollen, daß die Kraft gleich sey, als auch die Cartesianer, die dieses in Ansehung der Zeit erfordern.

III.

Zusätze zu den §. 45, 46, 47.

Mich deucht ich habe nichts Gewisseres und Unwiedersprechlicheres sagen können, als daß eine Feder einen Körper unmöglich fortstoßen kan, wenn sie sich nicht mit eben der Gewalt gegen einen Wiederhalt steifet, und eben so stark anstämmet, als sie auf der andern Seite mit ihrer Spannungskraft den Körper stößt; und folglich, weil in dem Falle des Herrn Bernoulli, kein anderer Wiederhalt ist, als der Körper B, sie eben dieselbe Gewalt der Anstrengung gegen ihn anwenden müsse, als sie gegen A anwenden kan; denn die Feder würde den Körper A gar nicht fortstoßen, wenn B nicht dieselbe

in

in der Spannung erhielte, indem er ihrer Ausstreckung wiederstrebet; daher empfängt derselbe, weil er kein unbeweglicher Wiederhalt ist, alle Kraft gleichfalls, die die Feder in A hineinbringt. Ohngeachtet die ganze Welt auf gleiche Weise denket, so fand doch Herr Johann Bernoulli in dem Gegensatze, ich weiß nicht was vor ein helles Licht, worauf er eine unüberwindliche Zuversicht gründete. Er spricht: Non capio, quid pertinacissimus adversarius, si vel scepticus esset, huic evidentissimæ demonstrationi opponere queat, und bald darauf: Certe, in nostra potestate non est, aliquem eo adigere, vt fateatur, diescere, quando videmus solem horizontem ascendere. Lasset uns diesen Zufall der menschlichen Vernunft, in der Person eines so großen Mannes, nicht mit Gleichgültigkeit ansehen, sondern daraus lernen, auch in unsere größeste Ueberzeugung ein weises Mißtrauen zu setzen, und allemal zu vermuthen, daß wir auch alsdenn noch nicht ausser der Gefahr seyn, uns selber zu hintergehen; damit der Verstand in seinem Gleichgewichte wenigstens sich so lange erhalte, bis er Zeit gewonnen hat, die Umstände, den Beweis, und das Gegentheil, in genugsamer Prüfung kennen zu lernen.

In eben dieser Abhandlung, von der wir reden, zeiget der Herr Bernoulli: Wie man einem Körper eben dieselbe Kraft, in kürzerer Zeit, durch den Druck einer gleichen Anzahl Federn ertheilen könne. Ich habe darauf, in so weit es unser Geschäfte eigentlich angehet, schon genug geantwortet; allein hier will ich noch eine Beobachtung beyfügen, die zwar unser Vorhaben nicht betrift, allein dennoch

noch ihren besonderen Nutzen haben kan. Er spricht daselbst: die Kugel F werde durch die 4 Federn a, b, c, d, allemal gleiche Kraft erhalten, man mag sie in einer Linie, wie Fig. 23, oder in zwey Theilen neben einander, wie Fig. 24, oder in 4 solchen Zertheilungen, wie die 25te Fig. ausweiset, zusammensetzen.

Erinnerung bey der Art wie Herr Bernoulli in einen Körper die ganze Kraft von viel Federn zu bringen vermeynet.

Hiebey merke man folgende Cautele. Der Gedanke desselben ist nur bey solchen Umständen wahr, da die hintereinanderhangende Federn a, b, c, d,* dem Körper noch nicht eine größere Geschwindigkeit ertheilen, als diejenige ist, womit eine dieser Federn abgesondert vor sich allein aufspringen würde; denn so bald dieses ist, so schlägt es fehl, wenn man, nach dem Anschlage des Herrn Bernoulli, durch neben einander verknüpfte Federn * dem Körper eben dieselbe Geschwindigkeit geben will, als sie ihm nach einander in einer Reihe mittheilen können. Es sey nemlich die Geschwindigkeit, die die Reihe Federn in der 23ten Figur dem Körper, bis sie sich völlig ausgestrecket haben, ertheilet, wie 10, die Geschwindigkeit aber, womit eine derselben z. E. a vor sich allein, nemlich ohne daß sie einen Körper fortstößt, aufspringet, wie 8: so ist klar, daß in der Methode der 25ten Figur, die 4 Federn dem Körper nur 8 Grade Geschwindigkeit werden ertheilen können. Denn so bald der Körper diese Grade empfangen hat, so hat er eben so viel Geschwindigkeit, als die Federn die ihn fortstoßen sollen, selber haben, wenn sie frey aufspringen, also werden sie alsdenn nichts mehr in ihn hineinbringen können. Indessen ist doch unstrittig, daß, wenn dieser Kör-

per

per F durch den Anlauf diese 4 Federn in der 25ten Figur wieder zudrücken soll, er eben so wohl 10 ganze Grade Kraft hiezu nöthig habe, als in der 23ten oder 24ten. Weil aber eben diese 25te Figur die Abbildung der elastischen Kraft eines jeden Körpers seyn kan, so erhellet hieraus, daß es möglich sey, daß ein völlig elastischer Körper gegen einen unbeweglichen Wiederhalt mit einer gewissen Geschwindigkeit anlaufen könne, und daß diesem ohngeachtet die Geschwindigkeit, womit er zurück prallet, viel kleiner seyn könne, als womit er angestoßen hatte. Wenn man aber doch gerne haben will, daß diese 4 Federn dem Körper, den sie stoßen, ihre ganze Kraft mittheilen sollen, so muß man zu der Masse F noch $\frac{2}{10}$ hinzuthun, denn alsdenn werden die 4 Federn an der Menge der Materie dasjenige ersetzen, was sie mit der Geschwindigkeit nicht einbringen können.

IV.

Erläuterung des 105ten §.

Ausführliche Darlegung der Fehler in dem Wolfischen Beweise.

Ich habe mich nicht deutlich genug erkläret, da ich pag. 147. den ungemeinen Fehler in dem Argumente des Herrn Baron Wolfens habe anzeigen wollen. Es scheinet beym ersten Anblicke, als wenn der Schluß darinn noch mathematisch genug heraus komme, nemlich der Regel gemäß, æquales rationes sibi substitui invicem possunt; allein er hat in der That mit derselben gar keine Gemeinschaft. Der vorhergehende Fall war dieser: Tempora,

pora, quibus duo mobilia, *si sunt æqualia*, eosdem effectus patrant, sunt reciproce vt celeritates. Darauf folgt in der zweyten Nummer des Beweises: Massæ *corporum inæqualium*, quæ eosdem effectus patrant; sunt reciproce vt celeritates. Hieraus folgert Herr Wolf nun, (denn so lautet sein Argument, wenn man es gehörig auflöset:) weil die Verhältniß der Zeiten und der Massen in beyden Fällen der Verhältniß der Geschwindigkeiten gleich seyn: so werden sie unter einander gleich seyn. Dieses kan gebilliget werden, aber daß man nur die Bestimmungen nicht aus der Acht lasse, unter welcher sie einander gleich sind, nemlich: daß die Massen ungleicher Körper, die einerley Wirkung thun, sich eben so verhalten, als die Zeiten, worinn NB. **gleiche Körper** eben dieselbe Wirkung verüben, denn, das ist die Einschränkung, die, wie man sehen kan, den Verhältnissen anhänget. Allein der Schluß des Herrn Wolfen ist dieser: also verhalten sich die Massen dieser Körper, wie die Zeiten, darinn **eben diese ungleiche Körper** ihre gleiche Wirkung verüben; welches eine augenscheinliche Verfälschung der gegebenen Proportion ist.

Wenn unser Autor nur auf den Gedanken gekommen wäre, die zwey Sätze, die er aus einander herleiten will, mit einander zu vergleichen: so hätte er sonnenklar sehen müssen, daß sie von einander, nicht allein nicht herfließen, sondern so gar sich gerade wiedersprechen. Nemlich der erste Satz ist dieser: Actiones, quibus corpora æqualia eosdem effectus patrant, sunt ut celeritates. Hieraus will

er

er den andern Satz, der das Resultat der zweyten Nummer im Beweise ist, herfolgern, nemlich: Actiones, quibus corpora inæqualia eosdem effectus patrant, sunt etiam vt ipsorum celeritates; celeritates autem eorum sunt reciproce vt massæ.

Wenn wir nun, nach Maaßgebung des ersten Satzes, zwey gleiche Körper nehmen A und B, so, daß B zweymal mehr Geschwindigkeit habe als A: so ist nach dieser Regel, die Action, womit B eben denselben Effect thut als A, zweymal größer als die Action des Körpers A; weil jener nemlich, wegen seiner größeren Geschwindigkeit, diesen Effect in zweymal kleinerer Zeit verrichtet. Allein nach der zweyten Regel würde ich B zweymal kleiner machen können, und die besagte Action würde doch eben so groß seyn wie vorher, wenn gleich die Geschwindigkeit so wie vorher verbliebe. Nun ist es aber augenscheinlich: daß, wenn B zweymal kleiner wird, als es vorher gewesen, und seine Geschwindigkeit dieselbe verbleibt, es unmöglich den gegebenen Effect in eben der Zeit thun kan, als da seine Masse zweymal größer war, sondern es wird mehr Zeit dazu brauchen; mithin, weil die Action desto kleiner wird, je größer die Zeit ist, die zu eben demselben Effect angewandt worden, so wird die Action nothwendig alsdenn kleiner seyn müssen, als wenn die Masse von B bey eben derselben Geschwindigkeit zweymal größer ist, welches also dem Resultat der zweyten Nummer widerspricht.

Alle diese Widersprüche aber sind in dem vorhabenden Wolfischen Beweise anzutreffen, wenn man ihm gleich den Satz schenket, den er zum

Grunde leget: nemlich, daß die Actiones ungleich seyn können, deren Effectus doch gleich seyn. Dieser Satz, den nie ein Sterblicher sich hat einfallen lassen zu behaupten, ist ein Widerspruch in der besten Form, so genau als man sie nur immer ersinnen kan. Denn das Wort der Action ist ein relatives Wort, welches die Wirkung oder Effect in einem Dinge andeutet, in so weit ein anderes Ding den Grund davon in sich enthält. Es ist also der Effect und die Action eben dasselbe, und die Bedeutung unterscheidet sich nur darinn, daß ich es bald zu demjenigen Dinge referire, welches der Grund davon ist, bald ausser demselben betrachte. Es würde also eben so viel gesagt seyn, als: eine Action könne sich selber ungleich seyn. Zudem hat es nur deswegen den Namen der Action, weil von ihr ein Effect abhänget, und wenn in dieser Action ein Theil seyn könte, von dem nicht ein ihm gleicher Effect abhinge, so würde derselbe Theil den Nahmen der Action auch nicht haben können. Wenn auch schon die Zeiten ungleich seyn, darinn eben dieselbe Effectus hervorgebracht worden, so bleiben die daran gewandte Actiones dennoch gleich, und es folget nur daraus: daß bey gleichen Zeiten, die Effecte, und auch die ihnen correspondirende Actiones, ungleich seyn werden.

Kurz hievon zu reden: Es leuchtet so gleich in die Augen, daß ganz besondere Ursachen müssen gewesen seyn, welche so ausnehmende Fehler in dieser Abhandlung veranlasset haben, die mit der bekannten und hochgepriesenen Scharfsinnigkeit des Verfassers, die aus allem demjenigen hervorleuchtet,

tet, was sein Eigenthum ist, gar nicht zusammen stimmen. Es ist nicht schwer zu ermessen: daß das rühmliche Verlangen, die Ehre des Herrn von Leibnitz, welche man damals vor die Ehre von ganz Deutschland hielte, zu retten, diese Bemühung hervorgebracht, und die Beweise in einer viel vortheilhafteren Gestalt dargestellet haben, als sie ausser diesem Lichte ihrem Urheber würden erschienen seyn. Die Sache selber war von so verzweifelter Art, daß sie nicht konte ohne Irrthümer vertheidigt werden; aber ihr Unterfangen war doch so anlockend, daß sie der Kaltsinnigkeit der Untersuchung nicht Platz liesse. Eben dieses will ich von den Vergehungen der hochberühmten Männer, des Herrn Herrmanns, Bernoulli rc. gesagt haben, die ich entweder schon gezeigt habe, oder noch zeigen werde, und dergleichen man ausser diesem Vorwurfe bey ihnen fast gar nicht antrift. Die Ehre des Mannes also, von dem wir reden, bleibt gesichert. Ich habe Freyheit mit seiner Schutzschrift so umzugehen, als mit einer Sache, die sein Eigenthum nicht ist. Er kan mir unterdessen dasjenige zuruffen, was ein älterer Philosoph, obzwar bey einer Gelegenheit, die ihn etwas näher anging, ausrief: **Du triffst nur das Gehäuse des Anaxarchus.**

Drittes Hauptstück,

Welches eine neue Schätzung der lebendigen Kräfte, als das wahre Kräftenmaaß der Natur darleget.

§ 114.

Woher dasjenige Gesetze welches in der Mathematik falsch befunden worden, in der Natur statt haben könne.

Wir haben demnach ausführlich dargethan, daß die Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat in der Mathematik falsch befunden werde, und daß diese kein anderes Kräften-Maaß erlaube, als nur das alte, oder Cartesianische. Indessen haben wir doch an unterschiedlichen Stellen des vorigen Hauptstückes dem Leser Hoffnung gemacht, die Quadrat-Schätzung dem ohngeachtet doch in die Natur einzuführen, und jetzo ist es Zeit unser Versprechen zu erfüllen. Dieses Unterfangen wird die meisten von meinen Lesern stutzig machen; denn es scheinet, als wenn daraus folge, daß die Mathematik nicht unbetrüglich sey, und daß es angehe von ihrem Ausspruche noch zu appelliren. Allein die Sache befindet sich wirklich nicht so. Wenn die Mathematik ihr Gesetze über alle Körper insgemein ausspräche: so würden auch die natürlichen darunter begriffen seyn, und es würde vergeblich seyn, eine Ausnahme zu hoffen. Allein sie setzet den Begriff von ihrem Körper selber fest, vermittelst der Axiomatum, von denen sie fordert, daß man sie bey ihrem Körper voraussetzen müsse, welche aber so beschaffen

seyn,

seyn, daß sie an demselben gewisse Eigenschaften nicht erlauben und ausschliessen, die an dem Körper der Natur doch nothwendig anzutreffen seyn: Folglich ist der Körper der Mathematik ein Ding, welches von dem Körper der Natur ganz unterschieden ist, und es kan daher etwas bey jenem wahr seyn, was doch auf diesen nicht zu ziehen ist.

§ 115.

Unterscheid zwischen dem mathematischen und natürlichen Körper, und derer, beyderseits betreffenden Gesetze.

Wir wollen jetzt sehen, was denn dieses vor eine Eigenschaft sey, die in dem Körper der Natur anzutreffen ist, und die die Mathematik an dem ihrigen nicht erlaubet, und welches hernach verursachet, daß jener ein Ding von ganz anderem Geschlechte ist, als dieser. Die Mathematik erlaubet nicht, daß ihr Körper eine Kraft habe, die nicht von demjenigen, der die äusserliche Ursache seiner Bewegung ist, gänzlich hervorgebracht worden. Also läßt sie keine andere Kraft in dem Körper zu, als in so weit sie von draussen in ihm verursacht worden, und man wird sie daher in den Ursachen seiner Bewegung allemal genau, und in eben demselben Maaße, wieder antreffen. Dieses ist ein Grundgesetze der Mechanik, dessen Voraussetzung aber auch keine andere Schätzung, als die Cartesianische statt finden lässet. Mit dem Körper der Natur aber hat es, wie wir es bald erweisen werden, eine ganz andere Beschaffenheit. Derselbe hat ein Vermögen in sich, die Kraft, welche von draussen durch die Ursache seiner Bewegung in ihm erwecket worden, von selber in sich zu vergrößern, so, daß in ihr Grade Kraft seyn können, die von der äusserlichen Ursache

der Bewegung nicht entsprungen seyn, und auch grösser seyn wie dieselbe, die folglich mit demselben Maaße nicht können gemessen werden, womit die Cartheſianische Kraft gemessen wird, und auch eine andere Schätzung haben. Wir wollen diese Eigenschaft des natürlichen Körpers mit aller Genauheit und Gründlichkeit, die eine so wichtige Sache erfordert, abhandeln.

§ 116.

Die Geschwindigkeit ist kein Begriff von einer Kraft.

Die Geschwindigkeit schliesset, wie wir § 3. gesehen haben, an und vor sich keinen Begriff einer Kraft in sich. Denn sie ist eine Bestimmung der Bewegung, das ist, desjenigen Zustandes des Körpers, da er die Kraft, die er hat, nicht anwendet, sondern mit derselben unthätig ist. Sie ist aber eigentlich die Zahl von derjenigen Kraft, die der Körper hat, wenn er ruhet, d. i. die er mit unendlich kleiner Geschwindigkeit hat; das ist, sie ist die Zahl, darinn diejenige Kraft, die dem Körper bey unendlich kleiner Geschwindigkeit beywohnet, die Einheit ist. Dieses erhellet am klärsten aus der Art der Zergliederung, nach Anweisung des vortrefflichen Jurinischen Falles, § 110; wenn wir nemlich auf die ähnliche Art, wie er die Geschwindigkeit aus zwey gleichen Theilen bestehend, betrachtet, sie in ihren unendlich keinen Theilen erwegen.

§ 117.

Es würde keine Kraft

Um genau zu wissen, was den Begriff der Kraft eigentlich bestimme, müssen wir auf nachfolgende

folgende Weise verfahren. Die Kraft wird mit Recht durch die Hinderniß geschätzet, welche sie bricht, und in dem Körper aufhebet. Hieraus erhellet: daß ein Körper gar keine Kraft haben würde, wenn in ihm nicht eine Bestrebung wäre, den Zustand, den die Hinderniß aufheben soll, in sich zu erhalten; denn wenn dieses nicht wäre, so würde dasjenige, was die Hinderniß zu brechen hätte, wie O seyn. seyn, wenn keine Bestrebung wäre den Zustand in sich zu erhalten.

Was die Intension sey.

Die Bewegung ist das äusserliche Phänomenon der Kraft, die Bestrebung aber, diese Bewegung zu erhalten, ist die Basis der Activität, und die Geschwindigkeit zeigt an, wie vielmal man dieselbe nehmen müsse, damit man die ganze Kraft habe. Jene wollen wir hinfüro die Intension nennen; also ist die Kraft dem Product aus der Geschwindigkeit in die Intension gleich.

Erläuterung dieses Begriffes.

Damit man ein Beyspiel habe, daran man diese Begriffe desto deutlicher vermerken könne, so nehme man die vierfache Feder a, b, c, d, * an. Wenn wir nun setzen, daß die Geschwindigkeit, womit eine jede derselben an ein sich anfängt auszurecken, wie 1 ist: so ist die Anfangsgeschwindigkeit, womit die ganze Feder a d, die aus 4 dergleichen zusammengesetzet ist, wenn sie sich frey ausstreckte, wie 4, und es scheinet, als wenn daraus folge, daß die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper eindrückt, viermal größer seyn werde, als diejenige, die die einfache würket. Allein die Intension ist in der vierfachen Feder 4 mal kleiner als in der einfachen; denn eben dieselbe Kraft, die eine von diesen vier verbundenen Federn gegen ei-

Fig. XXIII.

nen unbeweglichen Wiederhalt in gewisser Maaße zudrücken würde, drücket die vierfache viermal mehr zu, weil der Wiederhalt der einzelnen Feder, wenn sie auf diese Weise mit 3 anderen verbunden worden, ein beweglicher Wiederhalt ist, und folglich der Steifigkeit, oder welches hier einerley ist, der Intension, der vierfachen Feder dasjenige abgehet, was ihre Geschwindigkeit überträgt. Daher geschieht es denn: daß die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper ertheilet, nicht größer ist, als diejenige, die er von einer einfachen haben kan, obgleich jener ihre Anfangsgeschwindigkeit, wenn sie sich frey ausdehnet, diese viermal übertrift. Und dieses kan dienen, den Begriff der Intension verständlich zu machen, und zu zeigen, woher sie bey Schätzung der Kraft nothwendig in Anschlag kommen müsse.

§ 118.

Wenn die Intension wie ein Punct ist, so ist die Kraft wie eine Linie, nemlich wie die Geschwindigkeit.

Wenn die Kraft eines Körpers von der Art ist, daß sie den Zustand der Bewegung nur auf einen Augenblick zu erhalten bestrebt ist, die Geschwindigkeit mag seyn, wie sie wolle: so ist diese Bestrebung, oder Intension, bey allen Geschwindigkeiten gleich; folglich ist die ganze Kraft eines solchen Körpers nur in Proportion seiner Geschwindigkeit; denn der eine von denen Factoren ist immer gleich, folglich verhält sich das Product, welches die Quantität der Kraft andeutet, wie der zweyte Factor.

§ 119.

Bey einer solchen Bewegung würde eine unaufhörliche Ersetzung der in dem Körper alle Augenblicke verschwindenden Kraft von draussen nöthig seyn, und die Kraft würde immerfort nur eine Wirkung eines beständigen äusserlichen Antriebes seyn, wenn der Körper auf diese Weise eine immerwährende Bewegung leisten sollte. Allein hieraus erhellet auch klärlich: daß wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers von der Art wäre, daß sie eine hinlängliche Bestrebung in sich enthielte, die Bewegung mit der gegebenen Geschwindigkeit einförmig und unaufhörlich von selber ohne eine äusserliche Machthülfe zu erhalten, diese Kraft von ganz anderer Art, und auch unendlich viel vollkommener seyn müßte.

Wenn die Intension endlich, d. i. wie eine Linie ist, so ist die Kraft wie das Quadrat.

Denn da jener ihre Intension bey allen Geschwindigkeiten gleich, nemlich unendlich klein ist, und nur durch die Menge der Grade Geschwindigkeit vervielfältiget ist: so muß dieselbe im Gegentheil in dieser allemal in Proportion der Geschwindigkeit seyn, und auch mit dieser multipliciret werden, wovon das Resultat das wahre Maaß der Kraft ist. Denn die endliche Geschwindigkeit, deren Intension unendlich klein ist, giebt eine Kraft an die Hand, wovon diejenige, die eben diese Intension bey unendlich kleiner Geschwindigkeit ausmachet, die Einheit ist. Wenn also ein Körper diese Geschwindigkeit und Kraft in sich selber hinlänglich gründen soll, damit er die vollständige Bestrebung habe, sie immerwährend in sich zu erhal-

ten; so wird seine Intension, dieser Kraft oder Geschwindigkeit proportionirt seyn müssen. Und hieraus entspringet alsdenn eine ganz neue Gewalt, die das Product ist, aus der, der Geschwindigkeit proportionirten Kraft, in die Intension, die nun auch wie die Geschwindigkeit ist; welches Product also dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich ist. Es ist nemlich leicht zu begreifen: daß, da die Kraft, die der Körper mit unendlich kleiner Intension, und bey endlicher Geschwindigkeit hatte, wie eine Linie war, die diese Geschwindigkeit vorstellet, und die Intension wie ein Punct, nunmehro aber die Intension ebenfalls wie eine Linie ist, die hieraus entspringende Kraft, wie eine Fläche sey, die aus dem Flusse der ersteren Linie erzeuget worden, und zwar wie das Quadrat, weil benannte Linien einander proportional seyn.

Man merke, daß ich hier durchgehends von dem Unterschiede der Massen abstrahire, oder sie gleich gedenke. Zweytens, daß ich den Raum bey denen Bewegungen, davon ich rede, als leer ansehe.

§ 120.

Der Körper, der seine Bewegung frey und immerwährend zu erhalten, die innerliche Bestrebung in sich hat, hat eine Kraft,

Es hat demnach derjenige Körper, der seine Bewegung in sich selber hinlänglich gründet, so, daß aus seiner inneren Bestrebung hinlänglich verstanden werden kan, daß er die Bewegung, die er hat, frey, immerwährend und unvermindert ins unendliche selber in sich erhalten werde, eine Kraft, die das Quadrat seiner Geschwindigkeit zum Maaße hat, oder, wie wir sie hinführo nen-

nen

nen wollen, eine lebendige Kraft. Im Gegentheil, wenn seine Kraft den Grund nicht in sich hat, sich selber zu erhalten, sondern nur auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache beruhet, so ist sie wie die bloße Geschwindigkeit, das ist, es ist eine todte Kraft.

die wie das Quadrat der Geschwindigkeit ist.

§ 121.

Der Körper erhebet aus seinem inneren Antriebe den Eindruck von draussen unendlich höher und in ein ganz anderes Geschlechte.

Nun wollen wir aber die Kraft eines Körpers erwegen, wie sie beschaffen ist, wenn sie durch die Wirkung einer äusserlichen Ursache in ihm zuerst entstehet. Sie ist alsdenn ohnfehlbahr auf der Gegenwart dieser äusserlichen Ursache gegründet, und würde in demselben Augenblicke in dem Körper nicht verhanden seyn, wenn jene den Antrieb nicht erweckte. Also ist in demselben Augenblicke, darinn sie auf der Gegenwart der äusserlichen Ursache beruhet, von der Art, daß sie augenblicklich verschwinden müßte, wenn jene nicht gegenwärtig wäre; denn, ob der Körper diese in ihm erweckte Kraft nach diesem Augenblicke hernach in sich selber gründen könne, und was alsdenn hieraus fliessen würde, davon reden wir voritzo nicht. In demselben Augenblicke ist die Intension der Kraft also unendlich klein, und folglich die Kraft selber, die sich nur auf den äusserlichen Antrieb gründet, wie die bloße Geschwindigkeit, d. i. todt. Wenn hernach aber eben derselbe Körper diese ihm ertheilte Geschwindigkeit also in seiner inneren Kraft gründet, daß aus seiner Bestrebung eine immerwährend freye Erhaltung der Bewegung herfolget: so ist sie alsdenn keine todte Kraft mehr, sondern eine lebendige,

bendige, die das Quadrat zum Maaße hat, und gegen jene wie eine Fläche gegen eine Linie zu rechnen ist. Hieraus ist klar: daß ein Körper auf diese Weise, wenn er seine ihm eingedrückte Geschwindigkeit von selber frey fortsetzet, diejenige Kraft, die er von der äusserlichen mechanischen Ursache empfangen hat, von selber in sich unendlich vergrößere, und zu einem ganz anderen Geschlechte erhebe, daß folglich die Anmerkung die wir § 115. gegeben haben hier erwiesen sey, und daß die lebendigen Kräfte gänzlich aus der Gerichtsbarkeit der Mathematik ausgeschlossen werden.

Der Körper kan keine lebendige Kraft von draussen erlangen.

Ferner ersiehet man hieraus, daß die lebendige Kraft nicht könne durch eine äusserliche Ursache, sie sey auch so groß wie sie wolle, in einem Körper hervor gebracht werden; denn, in so fern eine Kraft von einer Ursache von draussen abhänget, so ist sie allemal nur wie die schlechte Geschwindigkeit, wie wir erwiesen haben: sondern sie muß aus der innern Quelle der Naturkraft des Körpers die zum Quadratmaaße gehörige Bestimmungen überkommen.

§ 122.

Es sind unendlich viel Zwischengrade zwischen der todten u. lebendigen Kraft.

Wir haben erwiesen: daß, wenn ein Körper die Ursache seiner Bewegung in sich selber **hinlänglich** und **vollständig** gegründet hat, so, daß aus der Beschaffenheit seiner Kraft verstanden werden kan, daß sie sich in ihm unverändert und frey auf immer erhalten werde, er eine lebendige Kraft habe, wenn er aber seine Kraft in sich **gar nicht** gründet, sondern damit

von

von draussen abhängt, nur eine todte Kraft habe, die unendlich keiner ist als jene. Dieses giebt so gleich die Folge an die Hand: daß, wenn eben derselbe Körper seine Kraft zwar etwas, aber noch nicht vollständig in sich gegründet hat, seine Kraft der lebendigen etwas näher komme, und von der todten etwas unterscheide, und daß nothwendig zwischen diesen beyden äussersten Gränzen, der gänzlich todten und gänzlich lebendigen Kraft, noch unendlich viel Zwischen-Grade seyn, die von jener zu dieser überführen.

Die lebendige Kraft entspringet nur in einer endlichen Zeit nach dem Anfange der Bewegung.

Ferner fließet hieraus kraft des Gesetzes der Continuität, daß eben derselbe Körper, der im Anfangsaugenblicke eine todte Kraft hat, und hernach eine lebendige überkommt, die gegen die erstere wie eine Fläche gegen die erzeugende Linie ist, diese Kraft erst in einer endlichen Zeit erlange. Denn, wenn man setzen wollte, er überkomme diese letztere Kraft nicht in einer endlichen Zeit von dem Anfangs-Augenblicke, sondern unmittelbar in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben: so würde dieses so viel sagen, daß er in dem Anfangsaugenblicke selber diese lebendige Kraft schon habe. Denn das Gesetz der Continuität, und selbst die Mathematik, beweiset, daß es einerley sey, ob ich sage der Körper befinde sich im Anfangs-Augenblicke seiner Bewegung, oder in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben. Nun ist aber die Kraft in dem Anfangs-Puncte der Bewegung selber todt: also kan man, ohne einen Widerspruch zu begehen, nicht sagen, daß sie hernach lebendig sey, als wenn man zugleich festsetzet, daß diese le-

bendige Kraft in ihr allererst nach einer endlichen Zeit, nach der Wirkung der äusserlichen Ursache, in ihr angetroffen werde.

Erläuterung desselben.

Die Naturkraft des Körpers setzet nemlich den von draussen empfangenen Eindruck in sich selber fort, und indem sie, durch eine fortgesetzte Bestrebung, die Intension, die vorher wie ein Punct war, in sich häufet, bis sie wie eine Linie wird, die der von draussen in sie erregten Kraft, die sich wie die Geschwindigkeit verhielte, proportional ist, so häufet sie hiedurch die von draussen erlangte Kraft selber, welche vorher auch nur wie eine Linie war, daß sie jetzo wie eine Fläche ist, in der die eine Seite die äusserlich ertheilte Geschwindigkeit und Kraft vorstellet, die andere aber, die aus dem inneren des Körpers von selber erwachsene Intension vorbildet, die jener proportional ist.

§ 123.

Was die Vivification ist.

Denjenigen Zustand, da die Kraft des Körpers zwar noch nicht lebendig ist, aber doch dazu fortschreitet, nenne ich die **Lebendigwerdung**, oder *Vivification* derselben.

Wie die Intension während der Lebendigwerdung der Kraft beschaffen sey.

In der Zwischenzeit also, darinn die Kraft sich zur lebendigen erhebet, welche zwischen den beyden Puncten, dem Anfangs-Puncte, und demjenigen, da die Kraft schon völlig lebendig ist, begriffen wird, hat der Körper noch nicht seine Kraft und Geschwindigkeit in sich selber hinlänglich gegründet. Hie wird es vielleicht meinem Leser einfallen zu fragen, wie denn der Körper in dieser Zwischenzeit im Stande sey, seine ihm ertheilte Geschwindigkeit frey und einförmig zu erhalten und fort-

fortzusetzen, da er doch alsdenn seine Kraft und Bewegung in sich selber noch nicht hinlänglich gegründet hat, und folglich sie auch nicht selber erhalten kan. Hierauf antworte ich: die Kraft ist in dieser Zwischenzeit zwar freylich nicht so beschaffen, daß sich aus ihr eine immerwährend freye und unverminderte Bewegung verstehen liesse, wenn sie nicht durch die innere Bestrebung noch weiter erhoben würde. Allein ob die Bestrebung der Kraft sich zu erhalten in dieser Art unvollständig ist, davon ist hie nicht die Rede. Es frägt sich nur: ob die Intension der Kraft, die noch nicht so weit erwachsen ist, daß sie die Bewegung unvermindert und unaufhörlich erhalten könne, doch wenigstens sie diejenige Zeit hindurch erhalten könne, die bis zur vollendeten Vivification nöthig ist. Daß dieses aber nicht allein möglich sey, sondern sich auch in der That so verhalte, erhellet hieraus, weil in dieser ganzen Zwischenzeit, jeden Augenblick ein neues Element der Intension in dem Körper entspringet, welches die gegebene Geschwindigkeit ein unendlich kleines Zeittheilchen erhält, folglich alle die Elemente dieser Intension, die die ganze Zwischenheit hindurch in dem Körper entspringen, in allen Augenblicken derselben, das ist in der ganzen Zeit, dieselbe Geschwindigkeit erhalten, wie dieses aus der Zusammenhaltung mit dem 18ten § klar einleuchtet.

Wenn die Vivification aufhören sollte ehe sie vollständig geworden, was würde

Wenn wir aber annehmen: daß in der Zwischenheit der Vivification, ehe diese noch vollständig geworden, der Körper auf einmal ablasse die Elemente der Intension ferner zu häufen, und die Kraft völlig lebendig zu machen, was wird alsdenn wohl

alsdenn mit der Bewegung geschehen? wohl geschehehen? Es ist offenbar: daß alsdenn der Körper nur diejenige Grade der Geschwindigkeit in sich gründen, und in freyer Bewegung fortan beständig erhalten werde, welcher diejenige Intension, die er in dieser Zeit der Vivification schon gewonnen hat, proportional ist, die übrigen Grade Geschwindigkeit aber, die eine größere Intension, als wirklich verhanden ist, erfordern, um zu der völligen Vivification zu gelangen, plötzlich verschwinden, und aufhören müssen. Denn die vorhandene Intension ist nur im Stande einen Theil dieser Geschwindigkeit in sich zu gründen, und es entspringen auch nicht weiter in jedem Augenblicke neue Elemente der Intension, die alle Augenblicke die gegebene Geschwindigkeit erhalten, also muß der übrige Theil von selber verschwinden.

Und wie wäre es alsdenn mit der Kraft beschaffen? Wenn also ein frey bewegter Körper einen Wiederstand trift, an dem er seine Kraft anwendet, bevor er zur völligen Vivification mit seiner ganzen Geschwindigkeit gelanget ist: so ist diejenige Kraft, die er ausübet, wie das Quadrat desjenigen Grades Geschwindigkeit, dem seine erlangte Intension proportional und gemäß ist, und welche also in der gegebenen Zeit hat lebendig werden können, oder auch dem Quadrate dieser seiner erlangten Intension; mit den übrigen Graden ist der Körper unthätig, oder wirket doch nur nach dem Maaße der schlechten Geschwindigkeit, welches aber gegen die andere Kraft wie nichts zu achten ist.

§ 124.

Neue Schätzung der Kr. **Es hat demnach ein Körper, der seine Geschwindigkeit in freyer Bewegung ins unend-**

unendliche unvermindert erhält, eine lebendige Kraft, d. i. eine solche, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maaße hat.

Allein dieses sind auch die Bedingungen die diesem Gesetze anhängen. Bedingungen derselben.

1. Muß der Körper den Grund in sich enthalten, in einem nicht widerstehenden Raume seine Bewegung gleichförmig, frey und immerwährend zu erhalten.

2. Siehet man aus dem vorher erwiesenen: daß er diese Kraft nicht von der äusserlichen Ursache herhabe, die ihn in Bewegung gesetzet, sondern, daß sie nach der äusserlichen Anreizung aus der inneren Naturkraft des Körpers selber entspringe.

3. Daß diese Kraft in ihm in einer endlichen Zeit erzeuget werde.

§ 125.

Dieses Gesetze ist der Hauptgrund der neuen Kräftenschätzung, von welcher ich sagen würde: daß ich sie an die Stelle der Schätzungen des Cartes und Leibnitzens setze, und zum Fundament der wahren Dynamick mache, wenn die Geringschätzigkeit meiner Urtheile, in Vergleichung mit so großen Männern, mit denen ich zu thun habe, mir erlaubte mit solcher Auctorität zu reden. Indessen bin ich nicht ungeneigt, mich zu überreden: daß dieses Gesetze vielleicht dasjenige Ziel bestimmen könne, dessen Verfehlung den Zwiespalt und die Uneinigkeit unter den Philosophen aller Nationen erregt hat. Die lebendigen Kräfte werden in die Natur aufgenommen, nachdem sie aus der Ma-

N the-

thematik verwiesen worden. Man wird keinen von beyden großen Weltweisen, weder Leibnitzen noch Cartesen, durchaus des Irrthums schuldig geben können. Auch so gar in der Natur wird Leibnitzens Gesetze nicht anders statt finden, als nachdem es durch Cartesens Schätzung gemäßigt worden. Es heißt gewissermaaßen die Ehre der menschlichen Vernunft vertheidigen, wenn man sie in den verschiedenen Personen scharfsinniger Männer mit sich selber vereiniget, und die Wahrheit, welche dieser ihre Gründlichkeit niemals gänzlich verfehlet, auch alsdenn herausfindet, wenn sie sich gerade widersprechen.

§ 126.

Weil es freye Bewegungen giebt, so giebt es auch lebendige Kräfte.

Es kommt nur darauf an, daß es in der Welt freye Bewegungen gebe: die sich immerwährend und unveränderт erhalten würden, wenn kein äusserlicher Widerstand wäre; so ist die Sache ausgemacht, und es giebt gewiß in der Natur lebendige Kräfte. Die freye und immerwährende Bewegung der Planeten, wie auch die unzählbare andere Erfahrungen, welche es ausweisen, daß die freybewegte Körper nur nach Maaßgebung des Widerstandes ihre Bewegung verlieren, und ohne dieselbe sie immer erhalten würden, leisten diese Gewährung, und behaupten das Daseyn der lebendigen Kräfte in der Natur.

Die Mathematik erlaubt keine freye Bewegungen.

Indessen ist hieraus auch klar: daß die Mathematik, nach der Schärfe zu urtheilen, an ihrem Körper keine freye Bewegung erlaube. Denn sie erlaubet dasjenige nicht, welches nothwendig ist die Bewegung frey und immerwährend zu machen, nemlich,

nemlich, daß der Körper aus seinem innern eine Bestrebung und Kraft in sich erzeuge, die weder von der äusserlichen Ursache entstanden ist, noch von ihr herkommen kan. Denn sie erkennet keine andere Kraft in einem Körper, als diejenige, die von demjenigen Körper hervorgebracht worden, der die Ursache seiner Bewegung ist.

§ 127.

Leichtere Methode diese Betrachtungen zu nutzen.

Obgleich die bisherige Betrachtungen und Beweise von der Art seyn, daß sie, so viel als nur die Natur der Sache zuläßt, den mathematischen Begriffen und ihrer Klarheit gleich kommen: so will ich doch denen zu Gefallen, denen alles verdächtig ist, was nur den Schein einer Metaphysik an sich hat, und die durchaus eine Erfahrung fordern, sie zum Grunde der Folgerungen zu legen, eine Methode anzeigen, nach welcher sie diese Betrachtungen mit ihrer besseren Befriedigung gebrauchen können. Ich werde nemlich gegen das Ende dieses Hauptstückes aus einer Erfahrung in mathematischer Schärfe darthun: daß in der Natur wirklich Kräfte, die das Quadrat der Geschwindigkeit haben, zu finden seyn.

Hierauf können diese Herren aus dem Resultat aller Beweise des zweyten Hauptstückes sich überführen: daß eine dergleichen Kraft nicht könne eine Wirkung der äusserlichen mechanischen Ursache seyn, weil, wenn man die Kraft nur als eine Wirkung derjenigen Ursache zuläßt, die die Bewegung zuwege gebracht hat, keine andere Schätzung statt haben könte, als die nach der bloßen Geschwindigkeit.

Dieses wird sie hernach auf die Art und Weise leiten, wie diese Kraft aus der inneren Naturkraft des Körpers entspringen könne, und sie allmählig in diejenige Betrachtungen hineinführen, die ich über das Wesen der lebendigen Kräfte angestellet habe.

§ 128.

Herr Bernoulli hat schon diese Begriffe gehabt.

Ich habe gesagt, daß die freye, und aus dem innern des Körpers fortgesetzte, Dauer der Kraft, das wahrhafte Merkmaal sey, woraus man einzig und allein abnehmen könne, daß dieselbe lebendig sey, und das Quadrat zum Maaße habe. Ich bin ungemein erfreut, diesen Gedanken auf das genaueste in derjenigen Abhandlung des Herrn Johann Bernoulli anzutreffen, welche wir oben angeführet haben. Er hat seine Meynung als ein bloßer Geometrer, zwar nicht in der rechten Sprache der Metaphysik, aber dennoch vollkommen deutlich ausgedrücket: Vis viva, spricht er, est aliquid reale & substantiale, quod per se subsistit, & quantum in se est, non dependit ab alio; - - - Vis mortua non est aliquid absolutum, & per se durans &c. &c.

Diese Anführung gereichet meiner Betrachtung zu nicht geringem Vortheil. Der Mathematikkundige siehet sonst die Schlüsse, von denen er glaubt, daß sie aus spitzfündigen metaphysischen Unterscheidungen herfliessen, mit einem gewissen Mißtrauen an, welches ihn nöthiget seinen Beyfall aufzuschieben, und ich müßte besorgen, daß er es auch in Ansehung der meinigen thun möchte; allein

ihre

hier liegt die Sache so am Tage, daß sie sich dem strengsten Geometrer in seiner mathematischen Erwegung von selber darstellet.

Aber er hat sie nicht in den tüchtigen Gründen aufgesucht.

Ich erstaune, daß, da Herr Bernoulli in dem Begriffe von der lebendigen Kraft diese Erleuchtung hatte, es ihm möglich gewesen ist, sich in der Art und Weise so sehr zu verirren, dadurch er diese Kraft beweisen wollte. Er hätte leichtlich abnehmen können, daß er sie in denen Fällen nicht finden würde, die in Ansehung dieses realis & substantialis, quod per se subsistit, & est absolutum aliquid, unbestimmt seyn, oder in denen diejenige Bestimmungen, welche hierauf führen sollen, nicht anzutreffen sind; denn dasselbe ist ja, wie er es selber einsahe, das Geschlechts-Merkmahl der lebendigen Kraft, und dasjenige, was in Ansehung dieses Characters unbestimmt ist, kan auch nicht auf die lebendige Kraft führen. Indessen meynte er sie in dem Falle der, zwischen zwey ungleiche Körper sich ausstreckenden Feder, anzutreffen, darinn nicht allein nichts zu finden ist, was vielmehr auf die, durch obiges Unterscheidungszeichen bemerkte, lebendige Kraft, als auf die so genannte todte führen sollte, sondern so gar alle Kraft, die in der Einrichtung seines Beweises vorkommt, etwas ist, quod non est aliquid absolutum, sed dependet ab alio.

Wir werden hiedurch nochmals überführet, wie gefährlich es sey, sich dem bloßen Ausgange des Beyfalles in einem zusammengesetzten und scheinbaren Beweise zu überlassen, ohne den Leitfaden der Methode, die wir § 88, 89, 90. angepriesen, und mit großem Nutzen gebraucht haben, d. i. wie un-

unumgänglich nothwendig es sey, die, der Sache, welche das Subject des Beweises ist, nothwendig anhängende Begriffe, zum voraus zu erwegen, und hernach zu untersuchen, ob die Bedingungen des Beweises auch die gehörige Bestimmungen in sich schliessen, die auf die Festsetzung dieser Begriffe abzielen.

§ 129.

Die lebendige Kräfte sind von zufälliger Natur.

Wir haben erwiesen: daß das Daseyn der lebendigen Kräfte in der Natur sich auf der Voraussetzung allein gründe, daß es darinn freye Bewegungen giebt. Nun kan man aber aus den wesentlichen und geometrischen Eigenschaften eines Körpers kein Argument ausfindig machen, welches ein solches Vermögen zu erkennen geben sollte, als zu Leistung einer freyen und unveränderten Bewegung erfordert wird, nach demjenigen, was wir in Ansehung dessen in dem vorhergehenden ausgemacht haben. Also folget: daß die lebendigen Kräfte nicht als eine nothwendige Eigenschaft erkannt werden, sondern etwas hypothetisches und zufälliges sind. Herr von Leibnitz erkannte dieses selber, wie er es insonderheit in der Theodicee bekennet, und Herr Nicolaus Bernoulli bestätiget es durch die Manier, die man, wie er meynet, brauchen muß, die lebendigen Kräfte erweislich zu machen; nemlich, daß man die Grundäquation voraussetzen müsse, dv-pdt, in welcher dv das Element der lebendigen Kraft, p der Druck der die Geschwindigkeit erzeuget, und dt das Element der Zeit darinn der Druck die unendlich kleine Geschwindigkeit hervorgebracht hat, anzeiget.

Dieses haben auch die Leibnitzianer erkannt.

anzeiget. Er saget, dieses sey etwas hypothetisches, welches man annehmen müsse. Die anderen Verfechter der lebendigen Kräfte, die sich einen Gewissens-Scrupel daraus machten, anders zu urtheilen, als Herr von Leibnitz, haben aus demselben Tone gesungen. Und dennoch haben sie die lebendigen Kräfte in denen Fällen gesuchet, die durchaus geometrisch nothwendig seyn, und auch darinn zu finden vermeynet; welches gewiß äusserst zu verwundern ist.

Und dennoch suchen sie sie in geometrisch nothwendigen Wahrheiten.

Herr Herrmann versuchte es auf die gleiche Art, ohne daß er sich durch die Zufälligkeit der lebendigen Kräfte irre machen liesse. Allein die vorgefaßte gute Meynung von Leibnitzens Gedanken, und der Vorsatz durchaus zum Zwecke zu kommen, leitete ihn in einen Fehlschuß, der gewiß anmerkungswürdig ist. Mich dünkt, es sollte nicht leichtlich jemand gefunden werden, dem es einfallen sollte, also zu schliessen: Die zwey Größen a und b soll man zusammen nehmen, und in ihrer Verbindung betrachten, ergo muß man sie zusammen multipliciren; und dennoch geschahe dieses recht nach dem Buchstaben, von Herrn Herrmann, der ein so großer Meister im Schliessen war. „Weil der „Körper, sagt er, der im Fallen ein neues Ele„ment der Kraft empfängt, doch schon eine Ge„schwindigkeit hat, so muß man diese doch auch mit in „Betrachtung ziehen: Man wird also die Ge„schwindigkeit u, die er schon hat, seine Masse M, „und das Element der Geschwindigkeit, oder wel„ches einerley ist, das Product aus der Schwere g „in die Zeit, d. i. gdt zusammen setzen. *Ergo*

Sonderbarer Fehltritt des Herrn Herrmanns in dieser Materie.

„ist dv, oder das Element der lebendigen „Kraft, gleich $gMdt$, d. i. dem Product aus „denen hier bezeichneten Größen.

§ 130.

Die Erfahrung bestätiget die successive Lebendigwerdung.

Unser Lehrgebäude führet mit sich, daß ein frey und gleichförmig bewegter Körper in dem Anfange seiner Bewegung noch nicht seine größeste Kraft habe, sondern daß dieselbe größer sey, wenn er sich eine Zeitlang schon beweget hat. Mich dünkt, es sind jedermann gewisse Erfahrungen bekannt, die dieses bestätigen. Ich habe selber befunden: daß bey vollkommen gleicher Ladung einer Flinte, und bey genauer Uebereinstimmung der andern Umstände, ihre Kugel viel tiefer in ein Holz drang, wenn ich dieselbige einige Schritte vom Ziele abbrannte, als wenn ich sie nur einige Zolle davon in ein Holz schoß. Diejenige, die bessere Gelegenheit haben als ich Versuche anzustellen, können hierüber genauere und besser abgemessene Proben machen. Indessen lehret doch also die Erfahrung, daß die Intension eines Körpers, der sich gleichförmig und frey bewegt, in ihm wachse, und nur nach einer gewissen Zeit ihre rechte Größe habe, denen Sätzen gemäß, die wir hievon erwiesen haben.

§ 131.

Nunmehro, nachdem wir das Fundament einer neuen Kräftenschätzung gelegt haben, sollten wir uns bemühen, diejenige Gesetze anzuzeigen, die mit derselben insonderheit verbunden seyn, und die

gleich-

gleichsam das Gerüste zu einer neuen Dynamick ausmachen.

Ich bin in dem Besitze, einige Gesetze darzulegen, nach denen die Vivification oder Lebendigwerdung der Kraft geschiehet, allein, da diese Abhandlung den ersten Plan dieser so neuen und unvermutheten Eigenschaften der Kräfte zu entwerfen, bemühet ist, so muß ich mit Recht besorgen, daß meine Leser, die vornemlich begierig sind von dem Hauptwesen gewiß gemacht zu werden, sich mit Verdruß in einer tiefen Untersuchung einer Nebensache verwickelt sehen möchten, zumal, da es Zeit genug ist, sich darinn einzulassen, wenn das Hauptwerk erstlich genugsam gesichert, und durch Erfahrungen bewähret ist.

Diesem zu Folge, werde ich nur die allgemeinsten und beobachtungswürdigsten Gesetze, die mit unserer Kräftenschätzung verknüpfet sind, und ohne die ihre Natur nicht wohl kan begriffen werden, mit möglichster Deutlichkeit zu eröffnen bemühet seyn.

§ 132.

Folgende Anmerkung leget ein ganz unbekanntes Dynamisches Gesetze dar, und ist in der Kräften-Schätzung von nicht gemeiner Erheblichkeit.

Es gilt nicht bey allen Geschwindigkeiten überhaupt die Lebendigwerdung der Kr.

Wir haben gelernet: daß ein Körper, der im Ruhestande wirket, nur einen todten Druck ausübe, der von dem Geschlechte der lebendigen Kräfte ganz unterschieden ist, und auch nur die schlechte Geschwindigkeit zum Maaß hat; womit auch so wohl der ganze Anhang der Cartesianer, als Leibnitzens Schüler übereinstimmen. Ein Körper aber, dessen

Geschwindigkeit unendlich klein ist, beweget sich eigentlich gar nicht, und hat also eine im Ruhestande bestehende Kraft; also hat sie das Maaß der Geschwindigkeit schlechthin.

Wenn wir also die, zum Geschlechte der lebendigen Kräfte gehörige, Bewegungen, bestimmen wollen: so müssen wir sie nicht über alle Bewegungen ausdehnen, deren Geschwindigkeit so groß oder klein seyn kan, als man will, d. i. ohne daß ihre Geschwindigkeit dabey bestimmt ist. Denn alsdenn würde bey allen ins unendliche kleinern Graden Geschwindigkeit dasselbe Gesetze wahr seyn, und die Körper würden auch bey unendlich kleiner Geschwindigkeit eine lebendige Kraft haben können, welches kurz vorher falsch befunden worden.

Die Geschwindigkeit muß hiebey bestimmt seyn.

Demnach gilt das Gesetze der Quadratschätzung nicht über alle Bewegungen, ohne Betrachtung ihrer Geschwindigkeit, sondern diese kommt dabey mit in Anschlag. Daher wird bey einigen Graden Geschwindigkeit, die mit denenselben verbundene Kraft, nicht lebendig werden können, und es wird eine gewisse Größe der Geschwindigkeit seyn, mit welcher die Kraft allererst die Vivification erlangen kan, und unter welcher in allen kleinern Graden bis zur unendlich kleinen, dieses nicht angehet.

Folglich ist auch nicht ohne Unterscheid mit allen Geschwindigkeiten eine freye Bewegung möglich.

Weil ferner die völlige Lebendigwerdung der Kraft die Ursache der freyen und immerwährenden Erhaltung der Bewegung ist, so folget, daß diese auch nicht bey allen Geschwindigkeiten ohne Einschränkung möglich sey, sondern daß dieselbe hie gleichfalls bestimmt seyn muß, d. i. es müsse die Geschwindigkeit eine gewisse bestimmte Größe haben,

wenn

wenn der Körper mit derselben eine immerwährende, unveränderte und freye Bewegung leisten soll; unter diesem bestimmten Grade würde bey allen kleinern Graden dieses nicht möglich seyn, bis bey unendlich kleinem Grade Geschwindigkeit diese Eigenschaft ganz verschwindet, und die Dauer der Bewegung nur etwas augenblickliches ist.

Also wird die Regel der freyen und unverminderten Fortsetzung der Bewegung nicht überhaupt, sondern nur von einem gewissen Grade Geschwindigkeit an, gelten, unter demselben werden alle kleinere Grade der Bewegungen sich von selber aufzehren und verschwinden, bis bey unendlich kleinen Grade die Bewegung nur einen Augenblick dauert, und einer immerwährenden Ersetzung von draussen nöthig hat. Daher gilt Newtons Regel in seiner unbestimmten Bedeutung nicht von den Körpern der Natur: Corpus quodvis pergit in statu suo, vel quiescendi, vel movendi, vniformiter, in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur.

§ 133.

Die Erfahrung bestätiget dieses.

Die Erfahrung bestätiget diese Anmerkung, denn wenn die unendlich kleine Geschwindigkeit lebendig werden könte, so müßte sie, wegen der Proportion gegen die Lebendigwerdung der endlichen Kräfte, in unendlich kleiner Zeit lebendig werden, § 122. also würden zweene Körper, wenn sie nur allein den Druck der Schwere ausübeten, zwar nur ihren Geschwindigkeiten proportionale Kräfte haben, aber, so bald sie nur von ganz unmerklich kleinen Höhen herabgelassen würden, so müste ihre

ihre Kraft so gleich wie das Quadrat derselben seyn. Welches dem Gesetze der Continuität, und der Erfahrung entgegen ist; denn, wie wir schon erwehnet haben, so hat ein Körper, der ein Glas durch sein Gewicht nicht zerbricht, auch nicht die Kraft es zu zerbrechen, wenn man es eine ungemein kleine Entfernung davon auf dasselbe fallen läßt, und 2 Körper, die einander gleich wiegen, werden sich auch das Gleichgewicht halten, wenn man sie gleich beyde ein wenig auf die Waagschalen fallen läßt, da doch, wofern jenes statt hätte, alsdenn hier ein ungemeiner Ausschlag erfolgen müßte.

Anwendung auf die Bewegung in medio resistente.

Diese Regel muß also in Bestimmung der Regeln von dem Wiederstande des Mittelraumes, darinn Körper sich frey bewegen, hinfüro mit in Anschlag kommen. Denn, wenn die Geschwindigkeit schon sehr klein zu werden anfängt, so thut der Mittelraum nicht mehr so viel zur Verringerung, der Bewegung als vorher, sondern dieselbe verliert sich zum Theil von selber.

§ 134.

Ob die Lebendigwerdung und freye Bewegung in allen größern Graden der Geschwindigkeit ins unendliche möglich sey.

Wir sind in dem Mittelpuncte der artigsten Aufgaben, welche die abstracte Mechanik vorher niemals hat gewähren können.

Wir haben die Frage aufgeworfen, ob die Körper auch bey allen Geschwindigkeiten, sie mögen so klein seyn, wie sie wollen, zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen, und ihre Bewegungen unverändert frey fortsetzen können. Jetzo wollen wir untersuchen, ob sie auch dieselbe in allen höhern Graden der Geschwindigkeiten ins

ins unendliche zu leisten vermögend seyn, das ist, ob die Körper, die, ihnen ertheilte, Bewegung, frey fortsetzen und unvermindert erhalten, folglich zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen können, die Geschwindigkeit, die ihnen ertheilt worden, mag so groß seyn, wie sie wolle.

Weil die Lebendigwerdung, und die darauf sich gründende unvermindert freye Fortsetzung der Bewegung, ein Erfolg der innern Naturkraft des Körpers ist, folglich allemal voraussetzet, daß diese vermögend sey jene in sich hervorzubringen, und zu dem erforderlichen Grade der Intension von selber zu gelangen: so kommt es, bey der Leistung aller ins unendliche höhern Graden der lebendigen Kraft, einzig und allein auf die Größe und das Vermögen dieser Naturkraft an. Nun ist aber keine Größe der Natur wirklich unendlich, wie dieses die Metaphysik auf eine unbetrügliche Art darthut: also muß die besagte Naturkraft eines jeden Körpers eine bestimmte endliche Quantität haben. Daher ist ihr Vermögen zu wirken auch in ein endliches Maaß eingeschränkt, und es folget: daß sie ihre Fähigkeit, lebendige Kräfte bey immer größern Graden Geschwindigkeit aus sich hervorzubringen, nur bis auf ein gewisses endliches Ziel erstrecken werde, das ist, daß der Körper nicht ins unendliche, bey allen Graden Geschwindigkeit, die Kraft mit derselben in sich lebendig machen, und folglich derselben unendliche und unverminderte Fortdauer in freyer Bewegung leisten könne, sondern daß dieses Vermögen des Körpers allemal nur bis auf eine gewisse Größe der Geschwindigkeit gelte, so daß

in allen höhern Graden über dieselbe das Vermögen des Körpers weiter nicht zureicht, die derselben gemäße Vivification zu vollführen, und eine so große Kraft aus sich hervorzubringen.

§ 135.

Was in Ansehung der freyen Bewegung hieraus erfolge.

Hieraus fliesset: daß, wenn dieser Grad bestimmt ist, der Körper, wenn ihn eine äusserliche Ursache mit größerer Geschwindigkeit antreibt, zwar derselben nachgeben, und so lange, als der Antrieb von draussen dauert, diese Geschwindigkeit der Bewegung annehmen werde, allein, so bald jene abläßt, auch so fort denjenigen Grad von selber verlieren müsse, der über die bestimmte Maaße ist, und nur denjenigen übrig behalten, und frey und unvermindert fortsetzen werde, welche der Körper nach dem Maaße seiner Naturkraft in sich lebendig zu machen vermögend ist.

Der Körper Fähigkeit in Ansehung dessen ist verschieden.

Ferner ergiebt sich hieraus: daß es möglich, und auch wahrscheinlich sey, daß unter der großen Mannigfaltigkeit der Körper der Natur dieser ihre Naturkraft in verschiedenen Körpern von verschiedener Größe seyn werde, folglich, daß einer von denselben eine gewisse Geschwindigkeit frey fortzusetzen, vermögend sey, wozu doch des andern Naturkraft nicht zulanget.

Summa.

Es sind also zwey Grenzen, darinnen die Größe derjenigen Geschwindigkeit eingeschlossen ist, bey welcher die Lebendigwerdung der Kraft eines gewissen Körpers bestehen kan, die eine unter welcher, die andere über welcher, die Lebendigwerdung und freye Bewegung nicht mehr kan erhalten werden.

§ 136.

§ 136.

Die lebendige Kraft kan zum Theil ohne Wirkung verschwinden.

Wir haben § 121. gelernet: daß die Kraft eines Körpers, wenn sie lebendig geworden ist, viel grösser sey, als diejenige mechanische Ursache war, die ihm die ganze Bewegung gegeben hatte; und daß daher ein Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft habe, obgleich die äusserliche Ursachen seiner Bewegung, nach Anweisung der Jurinischen Methode, § 110. in ihn nur mit 2 Graden Kraft gewirket hat. Jetzt wollen wir erklären: wie eine Hinderniß, deren Gewalt viel kleiner ist, als die Kraft, die der Körper hat, ihm dennoch seine ganze Bewegung nehmen könne, und daß folglich, **so wie die lebendige Kraft im ersteren Falle zum Theil von selber entstehet, also auch im zweyten sich von selber in der Ueberwältigung einer Hinderniß, die viel geringer ist als sie, verzehren könne.**

Beweis.

Dieses zu beweisen, dürfen wir nur den Jurinischen Fall § 110. umkehren. Es bewege sich nemlich der Kahn AB von C gegen B, mit der Geschwindigkeit wie 1. Ferner wollen wir setzen: die Kugel E bewege sich in derselben Richtung, nemlich CB, aber in freyer Bewegung und mit lebendiger Kraft, mit einer Geschwindigkeit wie 2, folglich wird diese Kugel die Hinderniß R, die hier durch eine Feder vorgestellet wird, und deren Kraft wie 1 ist, nur mit einem einfachen Grade Geschwindigkeit treffen; denn was den andern Grad betrift, so bewegt er sich nicht mit demselben in Ansehung dieser Hinderniß, weil diese eben dieselbe

Be-

Bewegung nach einerley Richtung gleichfalls hat, folglich dem Körper nur ein Grad Bewegung in Relation gegen dieselbe übrig bleibet. Bey einfachem Grade Geschwindigkeit aber ist die Kraft auch nur wie 1, folglich stößt die Kugel mit einer Kraft wie 1, auf die Hinderniß, welche ebenfalls eine einfache Kraft hat, und wird also durch dieselbe diesen seinen Grad Geschwindigkeit und Kraft verliehren. Es bleibt ihm alsdenn aber nur ein Grad absolute Bewegung, und folglich auch nur ein Grad Kraft übrig, die mithin wiederum durch eine andere Hinderniß, welche wie 1 ist, mag vernichtet werden; folglich kan ein Körper, in dem wir eine lebendige Kraft setzen, und der also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, von zwey Hindernissen zur Ruhe gebracht werden, die jede nur 1 Grad Kraft haben, mithin müssen auf diese Weise 2 Grade in ihm von selber verschwinden, ohne durch äusserliche Ursachen aufgehoben und gebrochen zu werden.

§ 137.

Die Umstände, unter welchen ein Körper einen Theil seiner lebendigen Kraft ohne Wirkung verschwendet, sind also diese: daß zwey oder mehr Hindernisse ihm nach einander auf solche Weise Wiederstand thun, daß jedwede nicht der ganzen Geschwindigkeit des bewegenden Körpers, sondern nur einem Theile derselben sich entgegen setzet, wie die Auflösung des vorigen § es zu erkennen giebt.

Wie

Erklärung dieses Satzes nach unseren Begriffen der lebendigen Kraft.

Wie dieses mit unsern Begriffen von der lebendigen Kraft zusammenstimme, läßt sich auf folgende Weise ohne Schwierigkeit begreifen. Wenn die Geschwindigkeit eines Körpers in ihre Grade zertheilt wird, so ist die lebendige Kraft, die bey einem von diesen Graden von den andern abgesondert anzutreffen ist, und welche also der Körper auch anwendet, wenn er mit diesem Grade ganz allein ohne die übrigen wirket, wie das Quadrat dieses Grades; wenn er aber mit seiner ganzen Geschwindigkeit unzertheilt und zugleich wirket, so ist die ganze Totalkraft, wie das Quadrat derselben, folglich derjenige Theil der Kraft, der dem benannten Grade Geschwindigkeit zukommt, wie das Rectangulum aus diesem Grade, in die ganze Geschwindigkeit, welches eine viel grössere Quantität ausmacht, als die in dem vorigen Falle war. Denn, wenn wir z. E. die ganze Geschwindigkeit aus zwey Graden bestehend, annehmen, welche dem Körper eine nach der andern ertheilt worden, so erhob sich die lebendige Kraft, da die Geschwindigkeit noch 1 war, nur zu einer Größe wie 1; nachdem aber der zweyte Grad hinzukam, so entsprung in demselben nicht allein wiederum ein Grad Kraft, der diesem zweyten Grade Geschwindigkeit allein proportionirt ist, sondern die Naturkraft erhob die Intension noch in derselben Proportion, darinn die Geschwindigkeit wuchs, und machte, daß die lebendige Kraft bey der gesammten Geschwindigkeit 4fach wurde, da doch die Summe der Kräfte bey allen abgesonderten Graden, nur 2fach gewesen seyn würde, folglich daß ein jeder Grad, in der verbundenen Wirkung mit den übrigen, 2 Grade Kraft ausüben konte, da ein jeder

vor sich in abgesonderter Wirkung nur eine einfache hatte. Daher wenn ein Körper, der eine lebendige, folglich mit 2facher Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, seine ganze Geschwindigkeit nicht zugleich, sondern einen Grad nach dem andern, anwendet: so übet er nur eine zwiefache Kraft aus, die übrige 2 aber, die dem Körper bey der gesammten Geschwindigkeit beywohneten, verschwinden von selber, nachdem die Naturkraft aufhöret sie zu erhalten, eben so, wie sie bey ihrer Erzeugung gleichfalls aus dieser Naturkraft von selber hervorgebracht worden.

§ 138.

Diese Anmerkung belohnet unsere Mühe mit wichtigen Folgerungen.

Folgerungen.

1. Wir werden die vollständige Wirkung der lebendigen Kraft nirgends antreffen, als wo die Hinderniß der ganzen Geschwindigkeit, des, mit lebendiger Kraft eindringenden Körpers zugleich Widerstand thut, und alle Grade derselben zusammen erduldet.

2. Wo im Gegentheil die Hinderniß sich nur einem Grade derselben allein wiedersetzet, folglich die ganze Geschwindigkeit nicht anders, als in zertheilten Graden, nach und nach erduldet, da gehet ein großer Theil der lebendigen Kraft von selber verlustig, ohne daß er durch die Hinderniß vernichtiget worden, und man würde sich betrügen, wenn man glaubete, die Hinderniß die auf diese Weise die ganze Bewegung verzehret, habe auch die ganze Kraft selber gebrochen. Dieser Verlust ist jederzeit um desto beträchtlicher, je kleiner der Grad Geschwindigkeit, den die Hinderniß erduldet, gegen die ganze Geschwindigkeit des bewegenden Körpers ist. Z. E. Es sey die Geschwindigkeit,

keit, in der der Körper seine lebendige Kraft hat in 3 gleiche Grade zertheilet, deren jedwedem allein sich die Hinderniß auf einmal nur wiedersetzen kan, so ist, wenn gleich der Körper mit jedem dieser Grade besonders auch eine lebendige Kraft hat, die Kraft jeden Grades besonders wie 1, folglich die Gewalt der Hinderniß, die diese 3 nach einander überwindet, auch wie 3; die ganze lebendige Kraft aber dieses Körpers war wie das Quadrat von 3, d. i. wie 9: folglich sind auf diese Weise 6 Grade Kraft, d. i. $\frac{2}{3}$ vom ganzen, ohne äusserlichen Wiederstand von selber verlohren gegangen. Im Gegentheil, wenn wir eine andere Hinderniß nehmen, die nicht das Drittheil, sondern die Helfte besagter ganzen Geschwindigkeit auf einmal erduldet, folglich die ganze Bewegung nicht in 3 sondern in 2 getrennten Graden verzehret, so ist der Verlust, den die lebendige Kraft hiebey ausser demjenigen erduldet, was diese Hinderniß verzehret, nur wie 2, d. i. $\frac{1}{2}$ vom ganzen, folglich kleiner als im vorigen Falle. Auf gleiche Weise, wenn der Grad, dem die Hinderniß auf einmal wiederstrebet $\frac{1}{8}$ von der ganzen Geschwindigkeit ist, so verschwendet der Körper $\frac{7}{8}$ von der ganzen Kraft, davon die Ursache nicht in der Hinderniß zu suchen ist, und so ins unendliche.

3. Wenn der Grad Geschwindigkeit, dem die Hinderniß sich in jedem Augenblick entgegensetzet, nur unendlich klein ist: so ist alsdenn gar keine Spur einer lebendigen Kraft mehr in den überwältigten Hindernissen zu finden, sondern, weil alsdenn jeder einzelne Grad nur in Proportion seiner schlechthin genommenen Geschwindigkeit wirket, und die Summe

me aller Grade der ganzen Geschwindigkeit gleich ist, so ist die ganze Wirkung der Kraft des Körpers, ob sie gleich lebendig ist, doch nur der schlechten Geschwindigkeit proportionirt, und die ganze Größe der lebendigen Kraft verschwindet von selber völlig, ohne eine ihr gemässe Wirkung auszuüben, nemlich, da sie eigentlich wie eine Fläche ist, die aus dem Fluße derjenigen Linie, die die Geschwindigkeit vorstellet, erzeuget worden, so verschwinden alle Elemente dieser zweyten Abmessung nach und nach von selber, und es thut sich in der Wirkung keine andere Spur einer Kraft hervor, als die nur der erzeugenden Linie, d. i. der Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist.

4. Also findet sich nirgends eine Spur, einer lebendigen Kraft, in den verübten Wirkungen, oder überwältigten Hindernissen, wenn gleich der Körper wirklich eine lebendige Kraft hat, als nur da, wo das Moment der Geschwindigkeit, womit die Hinderniß wiederstrebet, von endlicher Größe ist; aber auch alsdenn doch nicht ohne diese wichtige Bedingung, nemlich, daß auch diese Größe der Geschwindigkeit nicht so klein seyn mag, als sie wolle, denn wir wissen aus dem 132. §, daß eine gewisse Quantität derselben erfordert werde, damit der Körper, der sich mit derselben beweget, eine lebendige Kraft haben könne, und wenn das Moment der Wiederstrebung der Hinderniß nach Maaßgebung derselben zu klein ist, in derselben auch keine Wirkung der lebendigen Kraft könne verspüret werden.

Den höchsterheblichen Nutzen dieser Anmerkung, werden wir insonderheit gegen das Ende dieses Hauptstückes vernehmen, woselbst sie dienen wird, die

vor-

vornehmste Erfahrung, die die lebendigen Kräfte beweiset, recht zu erleuchten und bewährt zu machen.

§ 139.

Die Phänomena derer Körper, die die Schwere überwinden, beweisen keine lebendige Kraft, dennoch streiten sie nicht dawider.

Da das Moment der Schwerdrückung nur mit unendlich kleiner Geschwindigkeit geschiehet: so erhellet vermittelst der dritten Nummer des vorigen § gar deutlich, daß ein Körper, der seine Bewegung aufwendet, indem er die Hindernisse der Schwere überwindet, gegen dieselbe nur eine Wirkung ausüben werde, die seiner Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist, obgleich die Kraft selber sich wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit verhält, demjenigen ganz gemäß, was auch die Erfahrung hievon zu erkennen giebt, wie wir es im vorigen Hauptstücke ausführlich, und mehr wie auf eine Weise gesehen haben.

Sehet also hier so gar eine Erfahrung, die kein anderes als Cartesens Gesetze zuzulassen scheinet, und welches auch in der That eigentlich keine Merkmaale von irgend einer anderen Schätzung als von dieser von sich zeiget, gleichwohl aber bey genauer Erwegung, der Quadratschätzung, wenn sie in ihrer richtigen Bedeutung genommen wird, nicht widerstreitet, sondern ihr dennoch Platz läßt.

Also wiederleget die Wirkung, welche senkrecht in die Höhe steigende Körper verüben, indem sie die Hinderniße der Schwere überwinden, zwar Leibnitzens Schätzung ohne alle Wiederrede, allein unsere lebendigen Kräfte beweiset sie zwar eigentlich nicht; jedeñoch hebet sie dieselbe nicht auch auf. Indessen wenn wir unsere Aufmerksamkeit nur genau hierauf richten, so werden wir auch sogar daselbst noch einige Strahlen von unserer Schätzung antreffen. Denn der

Körper würde seine ihm beywohnende Bewegung nicht frey fortsetzen, und dieselbe so lange selber erhalten können, bis die äusserliche Wiederstrebung sie ihm nach und nach nimmt, wo er nicht diejenige innerliche Bestrebung oder Intension aus sich selbst hervorbrächte, die zugleich der Grund der freyen Bewegung, und auch der lebendigen Kraft ist.

§ 140.

Hierauf gegründete Proben.

Aus dem bis daher erwiesenen, ersehen wir zugleich die Ursache, des wohlbekannten Kunststückes, wie man fast unbezwingliche Gewalten durch gar geringe Hindernisse aufheben könne. Wenn nemlich die Gewalt, die man brechen soll, auf einer lebendigen Kraft beruhet: so setzet man ihr nicht eine Hinderniß entgegen, die ihren Wiederstand auf einmal thut, und plötzlich muß gebrochen werden, denn diese müste oftermals unermeßlich groß seyn, sondern vielmehr eine solche, welche die Kraft nur in ihren kleinern Graden der Geschwindigkeit nach und nach erduldet und aufzehret; denn auf diese Weise wird man durch ganz unbeträchtliche Wiedersetzungen erstaunlich große Gewalten vereiteln; gleichwie man z. E. die Stöße der Mauerbrecher durch Wollsäcke zernichtet hat, welche Mauren würden zermalmet haben, wenn sie unmittelbar auf dieselbe getroffen hätten.

§ 141.

Weiche Körper wirken nicht mit ihrer ganzen Kraft.

Ferner erhellet: daß die Körper, welche weich sind, und sich im Anlaufe leichtlich zusammendrücken, lange nicht alle ihre Kraft durch den Stoß anwenden werden, und daß sie vielmals gar geringe Wirkungen verüben, welche doch bey eben derselben Kraft und Masse, aber größerer Härtigkeit, ungleich größer

seyn

seyn würden. Ich weiß wohl: daß noch andere Ursachen dazu kommen, die ausser derjenigen, von welcher wir reden, zu diesem Verluste das ihre beytragen, oder vielmehr machen, daß einer zu seyn scheinet, aber unsere angeführte ist unstrittig die vornehmste, und zwar eines wahrhaften Verlustes.

§. 142.

Aufgeworfene Frage, ob die Wirkung der Körper ohne Unterscheid ihrer Masse ihrer lebendigen Kraft proportional seyn könne.

Nunmehro wollen wir untersuchen, wie denn die Wirkung eines Körpers, der eine lebendige Kraft hat, dessen Masse man aber unendlich klein gedenket, seyn werde, denn dieses giebt hernach zu erkennen: ob bey gleichen Umständen, wenn die Kräfte zweyer Körper beyde lebendig seyn, alle beyde auch die, diesen lebendigen Kräften proportionale, Wirkungen ausüben können, wenn man sie in gleiche Umstände setzet, die Masse des einen sey auch so klein wie sie wolle; oder ob vielmehr eines jeden Körpers Masse eine gewisse Größe haben müsse, so, daß, wenn man sie kleiner machet, die Wirkung, die er verübet, seiner lebendigen Kraft nicht proportional seyn kan.

Das ist wohl untrüglich: daß wenn ein Körper von endlicher Masse eine lebendige Kraft hat, ein jegliches seiner Theile, sie mögen so klein seyn, wie sie wollen, auch eine lebendige Kraft haben müsse, und diese auch haben würde, wenn es sich gleich von den andern abgesondert bewegte; allein hier ist die Frage, ob ein solches kleines, oder wie wir es hier annehmen wollen, unendlich kleines Theilchen, vor sich allein auch eine, seiner lebendigen Kraft proportionale Wirkung, in der Natur ausüben könne, wenn man es in die gleiche Umstände setzet, darinn ein größerer in dieser Proportion wirken würde. Wir werden

den befinden, daß dieses nicht geschehen könne, und daß ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, wenn seine Masse kleiner ist, als sie nach Maaßgebung der Regel, die wir beweisen wollen, seyn muß, in der Natur keine solche Wirkung verübe, die dieser seiner lebendigen Kraft proportional ist, sondern, daß er um desto weniger dieser Proportion beykomme, je kleiner hernach die Masse ist, bis, wenn die Masse unendlich klein ist, der Körper mit derselben nur in Proportion seiner Geschwindigkeit schlechthin wirken kan, ob er gleich eine lebendige Kraft hat, und ein anderer Körper, mit eben derselben Geschwindigkeit und lebendigen Kraft, aber gehörig großer Masse, in gleichen Umständen eine Wirkung ausüben würde, die dem Quadrate seiner Geschwindigkeit in die Masse multiplicirt gemäß wäre.

§ 143.

Beantwortung.

Die Sache kommt einzig und allein darauf an, daß alle Hindernisse in der Natur, die von einer gewissen Kraft sollen gebrochen werden, derselben nicht alsofort im Berührungspuncte gleich einen endlichen Grad der Wiederstrebung entgegen setzen, sondern vorher einen unendlich kleinen, und so fortan, bis nach dem unendlich kleinen Räumchen, welches die bewegende Kraft durchbrochen hat, der Wiederstand den sie antrift, endlich wird. Dieses setze ich kraft der Uebereinstimmung der wahren Naturlehre voraus, ohne daß ich mich einlassen will, die mancherley Gründe, die es bestätigen, hier anzuführen. Newtons Schüler nehmen daher Gelegenheit zu sagen: daß die Körper in andere wirken, wenn sie sich gleich noch nicht berühren. Diesem zu Folge treffen wir einen be-

besondern Unterschied, zwischen der Wirkung, die ein Körperchen von unendlich kleiner Masse, in solche Hindernisse der Natur ausübet, und zwischen derjenigen, die er verrichtet, wenn seine Masse die bestimmte endliche Größe hat, wenn wir gleich den Unterscheid nicht achten, der ohnedem allemal zwischen den Kräften zweyer Körper ist, deren Massen verschieden seyn, und der schon lange bekannt ist, sondern nur den in Betrachtung ziehen, der aus dem Begriffe unserer lebendigen Kräfte allein herfliesset.

Wir wissen nemlich schon: daß, wenn der Körper gleich eine lebendige Kraft hat, diese aber angewandt wird, die Hinderniß der Schwerdrückungen zu überwinden, seine Wirkung dennoch nur in Proportion der Geschwindigkeit schlechthin stehe, und alle Intension, die das Merkmal der lebendigen Kraft ist, ohne Wirkung verschwinde. Nun wirket aber der Gegendruck der Schwere mit unendlich kleiner Sollicitation, bis in das innerste seiner Masse, d. i. unmittelbar auf die unendlich kleine Theile des bewegenden Körpers, also ist dieses sein Zustand dem Zustande desjenigen Körperchens gleich, der zwar mit lebendiger Kraft, aber unendlich kleiner Masse gegen eine jegliche Hinderniß der Natur anläuft, denn dieser erduldet wie wir angemerkt haben, auch hier allemal einen Wiederstand, der, eben so wie bey der Schwere, mit unendlich kleiner Sollicitation ihm unmittelbar wiederstrebet; folglich wird eine solche unendlich kleine Masse auch auf gleiche Weise seine lebendige Kraft in sich selbst verzehren, und bey jeder Hinderniß der Natur nur nach Proportion seiner Geschwindigkeit wirken.

Daß dieses aber nur dem unendlich kleinen Körper begegne, und dagegen einer von endlicher und bestimmter Masse in dieselbe Hinderniß, eine, seiner lebendigen Kraft gemäße Wirkung, ausüben könne, erhellet klärlich daraus, weil wie wir annehmen, daß die Hinderniß ihren Wiederstand nur von aussen thut, und nicht wie die Schwere in das innerste wirket; folglich der endliche Körper daselbst, wo die unendlich kleine Masse durch die fortgesetzte unendlich kleine Wiederstrebung der Hinderniß ihre ganze Geschwindigkeit verlohr, nur unendlich wenig, d. i. nichts verlieret, sondern seine Kraft nur gegen die endlichen Grade der Wiederstrebung aufwendet, wozu jene nicht durchdringen kan; folglich in die Umstände gelanget, in welchen, wie wir § 38. No. 4. gesehen haben, derjenige Körper seyn muß, der seine lebendige Kraft zu einer ihr proportionalen Wirkung anwenden soll.

§ 144.

Die Masse muß bestimt seyn, mit welcher ein Körper die seiner lebendigen Kraft proportionirte Wirkung, ausüben kan, unter dieser Größe können kleinere Massen dieses nicht thun.

Da nun also die Wirkung des Körpers, der sich mit endlicher Kraft, aber unendlich kleiner Masse beweget, nirgend in der Natur dem Quadrat der Geschwindigkeit, sondern nur derselben schlechthin proportionirt ist: so folget, vermöge der Art zu schliessen, die uns schon durch die oftmalige Ausübung bekannt seyn muß, daß man nicht allgemein und ohne Einschränkung sagen könne: Dieser Körper hat eine lebendige Kraft, folglich wird seine Wirkung bey gehörigen* Umständen seiner lebendigen Kraft auch proportional seyn, die Masse mag sonsten so klein seyn wie

* Nemlich in denenjenigen, darinnen ein anderer von größerer Masse mit derselben Geschwindigkeit seine lebendige Kraft ganz anwendet.

wie sie wolle; sondern es wird eine gewisse Quantität der Masse dazu erfordert werden, daß man dieses sagen könne, und unter diesem bestimmten Maaße wird keine Wirkung eines solchen Körpers in die Hindernisse der Natur seiner lebendigen Kraft proportionirt seyn können, sie mögen auch seyn, welche sie wollen; es wird aber die Wirkung um desto mehr von der Verhältniß der lebendigen Kraft abgehen, je mehr die Quantität der Masse unter diesem bestimmten Maaße ist, in allen höhern Größen aber über dieselbe, versteht es sich schon von selber, daß diese Abweichung gar nicht angetroffen werde.

§ 145.

Es folgen hieraus nachstehende Anmerkungen:

1. Daß ein kleines Theilchen Materie, in fester Vereinigung mit einer großen Masse, mit lebendiger Kraft eine ganz andere, und ausnehmend grössere Wirkung ausüben könne, als es allein und von derselben getrennet, verrichten kan. Folgerungen.

2. Daß dieser Unterscheid dennoch nicht nothwendig sey, sondern auf dieser zufälligen Eigenschaft der Natur beruhe: daß alle ihre Hindernisse der Regel der Continuität gemäß, schon von weitem, und mit unendlich kleinen Graden anheben, ehe sie ihre endliche Wiederstrebung dem anlaufenden Körper entgegensetzen, daß aber diesem ungeachtet die Natur schon keine andere Wirkung verstattet.

3. Daß es nicht ohne Unterscheid wahr sey: daß die Wirkungen zweyer Körper, deren Kräfte lebendig sind, und deren Geschwindigkeit gleich ist, sich bey gleichen Umständen wie ihre Masse verhalten; denn, wenn die eine von ihnen kleiner ist, als nach

Maaß-

Maaßgebung der angeführten Regel seyn soll, so gehet ihre Wirkung noch dazu von dem Quadratmaaße der Geschwindigkeit ab, und ist also viel kleiner als sie nach der Verhältniß der Massen allein hätte seyn sollen.

4. Daß so gar die Veränderung der Figur der Körper ohne Aenderung ihrer Masse verursachen könne, daß ihre Wirkung bey den angeregten Umständen die Proportion ihrer Geschwindigkeit habe, obgleich die Kraft die Verhältniß vom Quadrate derselben hat, und daß also ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, eine viel kleinere Wirkung thun könne, bloß deswegen, weil seine Figur geändert worden, ohne daß, weder seine Masse, noch Geschwindigkeit, noch lebendige Kraft, oder die Beschaffenheit der Hinderniß, im geringsten eine Veränderung erlitten. Z. E. So muß eine güldene Kugel mit lebendiger Kraft eine viel größere Wirkung thun, als wenn eben dieselbe güldene Masse mit gleicher Geschwindigkeit und Kraft, gegen dieselbe Hinderniß anliefe, aber so, daß sie vorher zu einem dünnen und weit ausgedehnten Goldblatt geschlagen worden. Denn obgleich hier in Ansehung der Kraft nichts verändert worden ist, so machet doch die Aenderung der Figur, daß seine kleinsten Theile die Hinderniß hier eben so treffen, als wenn sie von einander abgesondert, auf dieselbe gestoßen hätten, folglich, laut dem kurz vorher erwiesenen, lange nicht mit ihrer lebendigen Kraft, und derselben proportional wirken, sondern eine Wirkung ausüben, die dem Maaße der schlechten Geschwindigkeit entweder nahe kommt, oder mit ihr übereintrift; da im Gegentheil, wenn die Masse in

der Figur einer soliden Kugel gegen die Hinderniß anläuft, sie auf eine so kleine Fläche derselben trift, daß die unendlich kleine Momente der Wiedersetzungen, welche sie in so kleinem Raume antrift, nicht im Stande seyn, die Bewegung dieser Masse aufzuzehren, folglich die lebendige Kraft unversehrt bleibt, um einzig und allein gegen die endlichen Grade der Wiederstrebung dieser Hinderniß angewandt zu werden; gleichwie es dagegen klar ist, daß sie mit ihrer ersten Figur eine überaus große Fläche der Hinderniß decket, und folglich bey einerley Masse, einen unglaublich größern Wiederstand, von der unendlich kleinen Sollicitation, die in jedem Puncte der Hinderniß anzutreffen ist, erleidet, und daher von dieser leichter muß können aufgezehrt werden, mit, entweder gänzlichem, oder doch großem Verluste der lebendigen Kraft, welches auf die erstere Art nicht geschiehet.

§ 146.

Flüßigkeiten wirken in Proportion des Quadrates der Geschwindigkeit.

Allein die wichtigste Folgerung, die ich aus dem jetzo erwiesenen Gesetze ziehe, ist diejenige, welche ganz natürlicher Weise daraus herfließt, nemlich, daß flüßige Körper durch den Stoß in Verhältniß des Quadrats ihrer Geschwindigkeit wirken, * ob sie gleich, wenn die Wirkung hier ihren lebendigen Kräften proportional seyn sollte, solches nicht nach dem Maaße des Quadrats, sondern des Würfels ihrer Geschindigkeit thun müsten; und wie dieses unserer Theorie der lebendigen Kräfte nicht entgegen sey, ob es gleich die lebendigen Kräfte des Herrn von Leibnitz aufhebet, wie Herr Jurin schon sehr wohl angemerket hat.

Denn

* Wie es Herr Mariotte durch Versuche dargethan hat.

Wie dieses aus dem vorigen folge.

Denn die Flüßigkeiten sind in die feinsten Theile, welche vor unendlich klein gelten können, zertheilet, und machen zusammen keinen zusammenhängenden festen Körper aus, sondern wirken alle nach einander, ein jedes vor sich, und von den übrigen abgesondert; folglich erdulden sie denjenigen Verlust der lebendigen Kraft, den die unendlich kleine Körperchen, wie wir angemerket haben, allemal erleiden, wenn sie gegen eine Hinderniß der Natur, sie sey welche sie wolle, anlaufen und wirken also nur in Proportion ihrer Geschwindigkeit, ob ihre Kraft gleich wie das Quadrat derselben ist.

Herr Richter hat sich viel vergebliche Mühe gegeben, diesen Streich des Herrn Jurins abzuwenden. Seine Sache war hülflos, da sie an die Regel gebunden war: daß die Kräfte in keiner andern Proportion stehen, als derjenigen, darinn ihre Wirkungen sind.

Vom Widerstande des Mittel-Raumes.

Endlich begreifet auch jedermann hieraus leichtlich, woher die Körper mit freyer Bewegung und lebendiger Kraft, in einem flüßigen Mittelraume, nur in Proportion des Quadrates ihrer Geschwindigkeit Wiederstand leiden, ohne daß hiedurch unseren lebendigen Kräften Eintrag geschiehet; obgleich es der Leibnitzischen Schätzung wiederspricht, nach welcher, dieser Wiederstand dem Würfel der Geschwindigkeit proportionirt seyn müste.

§ 147.

Wird durch die Erfahrung bestätiget.

Es sind unzählbare Erfahrungen, die die Regel bestätigen, von der wir bis daher geredet haben. Ob dieselbe gleich nicht so genau abgemessen seyn, so sind sie dennoch untrüglich, und haben die Uebereinstimmung eines allgemeinen Beyfalles. Denn

Denn wofern wir unserer Regel nicht Platz einräumen, so müssen wir setzen: daß ein Körper, wenn er noch so klein und gering ist, eben so große Wirkung in gleichen Umständen durch den Anstoß thun würde, als eine große Masse, wenn man nur ihre Geschwindigkeiten den Quadratwurzeln ihrer Massen umgekehrt proportionirt machte, oder nach Cartesens Regel, wenn sie sich wie diese Massen selber umgekehrt verhielten. Allein die Erfahrung widerspricht diesem. Denn jedermann ist darinn einig, daß eine Pflaumfeder oder ein Sonnenstäubchen durch eine freye Bewegung nicht die Wirkungen einer Canonenkugel ausrichten würden, wenn man ihnen gleich noch so viel Grade Geschwindigkeit, als man selber verlanget, zugestehen wollte; und niemand wird wie ich glaube vermuthen, daß eines von denselben die feste Klumpen der Materie zertrümmern, und Mauren durchbrechen könne, wenn sie mit noch so großer Geschwindigkeit in freyer Bewegung auf dieselbe treffen sollten. Dieses alles kan zwar durch keinen ordentlich angestellten Versuch geprüfet und bestätiget werden, allein die unzählbare Erfahrungen, die hievon in ähnlichen Fällen, obzwar nicht in so großer Maaße vorkommen, verursachen, daß niemand an dem angeregten Erfolge zweifelt.

Nun ist doch aber nicht zu leugnen, daß besagte kleine Körpertheilchen unter der angeführten Einrichtung ihrer Geschwindigkeit nothwendig mit den großen Körpern gleiche Kraft haben müsten, es sey nach Cartesens, oder Leibnitzens, oder unserm Kräftenmaaße: also bleibt kein ander Mittel übrig, dieses zu erklären, als, daß der kleine Körper eine viel

klei-

kleinere Wirkung verüben müsse, als nach Maaßgebung seiner Kraft geschehen sollte, und daß seine lebendige Kraft gröstentheils ohne Wirkung vereitelt wird, gerade so, wie wir es § 43, 44, 45. von demselben bewiesen haben.

§ 148.

Die Bewegungen elastischer Körper heben Leibnitzens Schätzung aber nicht die unsrige auf.

Zu denenjenigen Erfahrungen, welche keine Spur von einer andern Schätzung, als nur der Cartesianischen, geben, und daher unserem Kräftenmaaße zu wiederstreiten scheinen, gehören endlich noch die Bewegungen elastischer Körper, durch den Stoß, wovon wir im vorigen Hauptstücke ausführlich gehandelt haben, und welche alle in ganz untrüglichen Versuchen wahr befunden werden. Sie heben auch in der That die Quadrat-Schätzung des Herrn von Leibnitz gänzlich auf, vermöge der Voraussetzung, die damit unzertrennlich verbunden ist: nemlich daß die Wirkungen, in deren Hervorbringung die Kraft sich verzehret, dieser allemal gleich seyn. Unsere hat den wohlgegründeten Vorzug, diesem Gesetze nicht unterworfen zu seyn, und entgehet daher diesem Streiche.

Wir wissen schon aus dem vorigen: daß die lebendige Kraft nicht so etwas ist, welches von draussen, durch eine äusserliche Ursache, z. E. durch einen Stoß, in einem Körper könne hervorgebracht werden; dieses kan uns schon unterweisen: daß wir die lebendigen Kräfte der gestoßenen Körper nicht vor die Wirkungen der stoßenden ansehen, und diese durch jene abzumessen suchen werden. Die Realauflösung aber der ganzen Schwierigkeit, wo man

ja

ja eine noch hierinn anzutreffen vermeynt, bestehet in nachfolgendem.

§ 149.

Alle Mechanikverständige müssen wissen: daß ein elastischer Körper in den andern nicht mit seiner ganzen Geschwindigkeit auf einmal wirke, sondern durch eine fortgesetzte Häufung der unendlich kleinen Grade, die er in denselben nach einander hineinbringt. Ich habe nicht nöthig, mich in die besondern Ursachen hievon einzulassen, genug für mich, daß ich hierinn den einstimmigen Beyfall auf meiner Seite habe, und daß jedermann es erkennet: daß ohne diese Voraussetzung kein Bewegungsgesetze könne erklährt werden. Die wahre Ursache hievon ist wohl diese: weil die Elasticität, nach der Natur einer Feder, sich nur demjenigen Grade Geschwindigkeit entgegensetzet, welche hinlänglich ist, sie zu spannen; folglich bey jedem unendlich kleinen Grade der Eindrückung, die sie leidet, nur immer einen unendlich kleinen Grad der Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers erduldet, und also jeden Augenblick nicht der ganzen Geschwindigkeit, sondern nur dem unendlich kleinen Grade entgegengesetzet ist, und ihn in sich aufnimmt, bis die succeßive Häufung, die ganze Geschwindigkeit in den leidenden Körper auf diese Weise übertragen hat. Beweiß.

Hieraus folget laut dem vorhergehenden: daß, da der anstoßende Körper hier nur nach einander mit einzelnen unendlich kleinen Graden seiner Geschwindigkeit wirket, er auch nur in schlechter Proportion seiner Geschwindigkeit wirken werde, ohne Nachtheil seiner lebendigen Kraft, die er dem ungeachtet in sich haben kan.

§ 150.

Das beliebte Gesetze des Herrn von Leibnitz, von der unveränderten Erhaltung einerley Größe der Kraft in der Welt, ist noch ein Vorwurf, der allhier eine genaue Prüfung zu erfordern scheint. Es leuchtet so gleich in die Augen: daß, wenn in den bisherigen Betrachtungen etwas gegründetes ist, es in derjenigen Bedeutung, darinn es sonsten aufgenommen worden, nicht statt finden könne. Was aber unsere Schätzung in diesem Stücke einführen würde, und wie sie den Regeln der allgemeinen Harmonie und Ordnung, welche besagtes Leibnitzische Gesetze so preiswürdig gemacht haben, Gnüge leisten könne, das erlaubet mir die Beschaffenheit unseres Vorhabens, und die Ermüdung, welche ich in einer so rauhen und ungebähnten Materie mit Recht von der Aufmerksamkeit meines gelehrten Lesers besorge, und die ich vielleicht schon gar zu sehr beleidigt zu haben befürchten muß, nicht, gehörig zu entwerfen, obgleich ich im Besitze bin, einige Abrisse davon darzulegen.

§ 151.

Wir befinden uns jetzo in dem Lande der Erfahrungen; ehe wir aber darinn Besitz nehmen können, müssen wir erst gewiß seyn, daß diejenige Ansprüche vertilget worden, welche ein gegründeteres Recht hierauf zu haben vorschützen, und uns aus diesem Gebiete verdringen wollen. Unsere Bemühung, die wir bis daher hiezu angewandt haben, würde unvollständig seyn, wenn wir denjenigen Versuch und mechanischen Beweiß, der den hochberühmten Herrn von Musschenbröck zum Urheber hat, und folglich überredend und scharfsinnig ist, vorübergingen, ohne

unsere übernommene Kräftenlehre dawieder zu schützen. Er hat durch denselben die lebendige Kräfte in Leibnitzischer Bedeutung zu vertheidigen gedacht, und daher ist es unsere Pflicht ihn zu prüfen.

Wir werden bey genauer Erwegung desselben belehret werden: daß er nicht den verhofften Erfolg habe, sondern vielmehr Cartesens Kräftenmaaß bestätige. Und dieses wird unsere oft erwehnte Anmerkung aufs neue bestätigen: daß man keine Spur einer nach dem Quadrat zu schätzenden Kraft antreffe, so lange man ihren Ursprung nirgend anders, als in den äusserlichen Ursachen zu finden vermeynet, und daß die wahrhafte lebendige Kraft nicht von draussen in dem Körper erzeuget werde, sondern der Erfolg, der, bey der äusserlichen Sollicitation in dem Körper aus der innern Naturkraft entstehenden Bestrebung ist; daß also alle diejenige, die nichts als das Maaß der äusserlich wirkenden mechanischen Ursachen annehmen um das Maaß der Kraft in dem leidenden Körper, daraus zu bestimmen, wofern sie nur richtig urtheilen, niemals etwas anders, als Cartesens Schätzung antreffen werden.

§ 152.

Muschenbröckscher mechanischer Beweiß der lebendigen Kräfte.

Der Beweis des Herrn von **Muſſchenbröck** ist folgender.

Nehmet einen hohlen Cylinder, an welchem eine Feder feste gemacht ist. Aus dem Cylinder muß ein Stab hervorragen, der mit Löchern versehen ist, und der durch die Oeffnung eines steifen Bleches durchgestecket wird. Wenn ihr nun die stählerne Feder an dieses Blech mit Gewalt andrücket, und spannet, so, daß der Stab durch die Oeffnung desselben weiter herausraget, so könnet ihr sie in dieser

Spannung erhalten, indem ihr auf der hervorragenden Seite desselben einen Stift durch ein Loch des Stabes durchstecket. Endlich hänget den Cylinder als ein Pendul an zwey Fäden an irgend einer Maschiene auf, sodann ziehet den Stift heraus, so wird die Feder losschnellen, und dem Cylinder eine gewisse Geschwindigkeit geben, die durch die erlangte Höhe erkannt wird. Benennet diese Geschwindigkeit mit 10. Hierauf machet denselben Cylinder zweymal schwerer als er vorher war, indem ihr in denselben so viel Gewichte hineinleget als hiezu nöthig seyn, und spannet die Feder wie zuvor. Wenn ihr sie nun alsdenn wiederum losschnellen lasset: so werdet ihr durch die Höhe, die er erreichet, befinden, daß die Geschwindigkeit 7,07 Grade habe. Hieraus argumentiret Herr von Musschenbröck wie folget.

Die Feder war beydemal gleich gespannet, und hat daher in beyden Fällen gleiche Kraft gehabt, und da sie jedes mal ihre ganze Kraft anwendet, so hat sie auch beyde male, gleiche Kräfte in den Cylinder hineingebracht; also muß die Kraft, die ein Körper von einfacher Masse mit 10 Graden Geschwindigkeit besitzet, derjenigen gleich seyn, die in einem andern, der eine zweyfache Masse und 7,07 Grade Geschwindigkeit hat, anzutreffen ist. Dieses ist aber auf keine andere Art möglich, als wenn man die Kraft nach dem Product aus der Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit schätzet; denn alle andere mögliche Functionen der Geschwindigkeit lassen diese Gleichheit nicht zu, aber nach der Quadratschätzung allein sind die Quadrate der Zahlen 10 und 7,07, quam proxime in umgekehrter Verhältniß der Massen

sen 1 und 2, folglich die Producte derselben in die gegenseitige Massen gleich.

Es sind also, schließt er, die Kräfte nicht nach dem Maaße der Geschwindigkeiten, sondern dem Quadrate derselben zu schätzen.

§ 153.

Ich bin verbunden, die Erinnerung, die ich gegen dieses Argument darlegen will, nicht gar zu weitläuftig zu machen; daher will ich von der gegründeten Einwendung die ich hiebey noch machen könte nichts erwehnen, daß die Momente des Druckes, der sich ausspannenden Feder, auch nach dem Geständnisse der Leibnitzianer nur todte Kräfte seyn, folglich, so wohl sie, als die damit dem Körper ertheilte Momente der Kraft, nur schlechthin nach den Geschwindigkeiten müssen geschätzet werden, mithin auch die ganze Kraft, die die Summe dieser Momente ist; sondern ich will auf eine, jedermann bekannte mechanische Art, die die Deutlichkeit der Geometrie an sich hat, verfahren, aber zugleich etwas ausführlich erläutern, nicht als wenn die Sache nicht leicht genug wäre, daß sie auch kürzer könte begriffen werden, sondern damit alle Verwirrung, die in Ansehung der Wirkung der Federn bis daher in dem Streite der Kräftenschätzung geherrschet hat, ein vor allemal gänzlich abgethan werde.

§ 154.

Herr von Musschenbröck spricht: die Feder ist in beyden Fällen gleich gespannet, folglich hat sie in beyden gleiche Kraft, sie theilet aber jedesmal ihrem Cylinder ihre ganze Kraft mit, also giebet sie auch beyde male, wenn sie sich ausstrecket ihrem Cylinder eine

gleiche Kraft. Dieses ist das Fundament des Beweises, aber auch des Irrthums, wiewohl dieser nicht so wohl persönlich dem Herrn von Musschenbröck, als vielmehr den gesammten Vertheidigern der Leibnitzischen Kräftenschätzung eigen ist.

Eine gleich gespannte Feder, theilet einem grössern Körper eine größere Kraft mit, als einem kleinern.

Wenn man von der ganzen Kraft einer Feder redet, so kan man darunter nichts anders als die Intension ihrer Spannung verstehen, welche derjenigen Kraft gleich ist, die der Körper, in den sie wirket, in einem Moment von dem Drucke derselben überkommt. In Ansehung dieser kan man wohl sagen, daß sie gleich sey, der Körper, in den die Feder wirket, mag groß oder klein seyn. Allein, wenn man auf diejenige Kraft siehet, welche dieselbe in einen Körper in einer gewissen Zeit durch ihre fortgesetzte Drückung hineinbringt, so ist offenbar: daß die Größe, der auf diese Weise in den Körper gebrachten Kraft, auf die Größe der Zeit ankomme, in welcher die gleiche Drückung sich in dem Körper gehäufet hat; und daß je größer diese Zeit ist, desto größer auch die Kraft sey, die die gleich gespannte Feder in derselben dem Körper ertheilet. Nun kan man aber die Zeit, die die Feder, indem sie einen Körper fortstößet, brauchet, bis sie sich ganz ausgestrecket hat, länger machen, nachdem man will, wenn man nemlich die Masse, die da fortgestoßen werden soll, größer machet, wie dieses niemanden unbewust ist; also kan man auch nach Belieben veranstalten, daß eben dieselbe Feder bey gleicher Spannung bald mehr bald weniger Kraft durch ihre Ausstreckung austheilet, nachdem die Masse, die durch die Feder getrieben wird, vermehret oder vermindert wird. Hieraus erhellet,

wie

wie wiedernatürlich der Ausdruck ist: daß die Feder einem Körper den sie fortstößt durch die Ausreckung ihre ganze Kraft ertheile. Denn die Kraft, die sie dem Körper giebt, ist ein Erfolg, der nicht allein von der Kraft der Feder, sondern zugleich von der Beschaffenheit des gestoßenen Körpers abhanget, nachdem dieser sich länger, oder kürzer unter den Drückungen dieser Feder befindet, d. i. nachdem er grösser, oder kleiner an Masse ist, die Kraft der Feder an sich betrachtet aber, ist nichts anders, als das Moment ihrer Ausspannung.

§ 155.

Auflösung der Muschenbröckschen Schwierigkeit.

Nunmehro ist es leicht die Verwirrung in dem Musschenbröckischen Beweise zu verhüten.

Der zweymal schwerere Cylinder ist den Drückungen der Feder länger ausgesetzet, indem diese sich ausstrecket, als der andere von einfacher Masse. Diesen stößt die Feder mit gleicher Spannungskraft geschwinder fort, und endigt den Raum ihrer Ausstreckung mit ihm in kürzerer Zeit, als mit jenem. Weil aber das Moment der Kraft, welche die Feder in jedwedem Augenblicke den Cylindern eindruckt, in beyden gleich ist, (denn das Moment ihrer Geschwindigkeit, ist umgekehrt wie die Massen,) so muß der schwerere Cylinder durch den Antrieb der Feder mehr Kraft überkommen, als der leichtere. Also ist diejenige Schätzung falsch, nach welcher diese Kräfte in beyden würden gleich befunden werden, d. i. sie können nicht nach dem Quadrat der Geschwindigkeit geschätzet werden.

§ 156.

Woher die Quad. der

Wenn man noch die Ursache wissen will, woher denn

Geschwindigkeiten der Cylinder in verkehrter Verhältniß der Massen seyn.

denn hier eben die Geschwindigkeiten der Cylinder, die sie von derselben Feder erhalten, just so proportionirt seyn, daß ihre Quadrate sich umgekehrt wie die Massen verhalten, (welche Verhältniß eigentlich dasjenige ist, wodurch der Vertheidiger des Herrn von Leibnitz angelocket worden,) so können wir auch dieses ohne Schwierigkeit klar machen, ohne deshalber eine andere als Cartesens Maaß zu Hülfe zu nehmen.

Denn es ist aus den ersten Gründen der Mechanick bekannt: daß in einförmig beschleunigter Bewegung, (motu uniformiter accelerato) die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten, sich wie die durchgelaufene Räume verhalten; folglich, wenn die Momente der Geschwindigkeiten zweyer Körper, die beyde in motu uniformiter accelerato begriffen sind, ungleich seyn, werden die Quadrate der Geschwindigkeiten, die sie in solcher Bewegung erlangen, in zusammengesetzter Verhältniß, aus den Räumen und diesen Momenten stehen. Nun theilet aber im Muschenbröckischen Versuche die gleich gespannte Feder jedwedem Cylinder seine Bewegung motu uniformiter accelerato mit, und die Räume sind gleich, die sie mit solcher beschleunigten Bewegung durchlaufen, indem die Feder sich bis zum Puncte ihrer größten Ausdehnung ausstrecket, also verhalten sich die Quadrate der hiebey überkommenen Geschwindigkeiten, wie die Momente der Geschwindigkeit, die die Drückung der Feder jedwedem Cylinder ertheilet, d. i. umgekehrt, wie die Massen dieser Cylinder.

§ 157.

Nunmehro komme ich dahin, diejenige Versuche und Erfahrungen darzulegen, welche die Wirklichkeit

lichkeit und das Daseyn der nach dem Quadrat der Geschwindigkeit zu schätzenden Kräfte in der Natur unwiedersprechlich beweisen, und meinen geneigten Leser vor alle mühsame Aufmerksamkeit, die ihm gegenwärtige schlechte Aufsätze verursacht haben, mit einer siegreichen Ueberzeugung belohnen werden.

Versuche, die die lebendigen Kräfte beweisen.

Ich habe nur mit denenjenigen zu thun, welchen die Beschaffenheit der Streitsache von den lebendigen Kräften genugsam bekannt ist. Daher setze ich voraus, daß meine Leser von den berüchtigten Versuchen der Herren Ricciolus, s'Gravesande, Poleni und von Mußchenbröck hinlängliche Kundschaft haben, welche den Kräften der Körper nachforscheten, indem sie die Eindrücke maaßen, die dieselbe durch den Stoß in weiche Materien verursachten. Ich will nur kürzlich berühren: daß Kugeln von gleicher Größe und Masse, die von ungleicher Höhe in die weiche Materie z. E. Unschlitt frey herabfielen, solche Höhlen in dieselbe eingeschlagen haben, welche die Proportion der Höhen hatten, von denen sie herabgefallen waren, d. i. die Verhältniß des Quadrates ihrer Geschwindigkeiten; und daß, wenn dieselbe gleich an Größe, aber von ungleicher Masse waren, die Höhen aber, von denen man sie fallen ließ, in umgekehrter Proportion dieser Massen standen, alsdenn die in die weiche Materie eingeschlagenen Höhlen gleich befunden wurden. Wieder die Richtigkeit dieser Versuche haben die Cartesianer nichts einzuwenden gewußt, es ist nur die hieraus gezogene Folgerung gewesen, darum man gestritten hat.

Die Leibnitzianer haben hieraus folgendergestalt ganz richtig argumentiret. Die Hinderniß, die die

weiche Materie der Kraft des hineindringenden Körpers entgegensetzet, ist nichts anders, als der Zusammenhang ihrer Theile, und daher bestehet dasjenige, was der Körper zu thun hat, indem er in dieselbe hineindringt, einzig und allein darinn, daß er ihre Theile trennet. Es ist aber dieser Zusammenhang durch die ganze weiche Masse gleichförmig, also ist die Quantität des Wiederstandes und daher auch der Kraft, die der Körper anwenden muß dieselbe zu brechen, wie die Summe der zertrennten Theile, d. i. wie die Größe der eingeschlagenen Höhlen. Diese aber verhalten sich, laut dem angeführten Versuche, wie die Quadrate der Geschwindigkeiten der eindringenden Körper, folglich sind die Kräfte von diesen wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten.

§ 158.

Einwurf der Cartesianer.

Die Vertheidiger des Cartesius haben hiewieder nichts tüchtiges einwenden können. Allein, weil sie ehedem mit ungezweifelter Gewißheit eingesehen hatten, daß die lebendige Kräfte durch die Mathematik verdammet würden, auf die sich gleichwohl die Leibnitzianer auch beriefen, so gedachten sie sich aus dieser Schwierigkeit so gut als sie konten heraus zu helfen, indem sie nicht zweifelten, daß derjenige Versuch betrüglich seyn müßte, welcher etwas festzusetzen schiene, was die Geometrie nicht erlaubte. Wir haben hergegen schon oben die nöthige Erinnerungen beygebracht, jetzt wollen wir nur sehen, was es vor eine Ausflucht gewesen sey, deren die Cartesianer sich bedienet haben den angeführten Versuch ungültig zu machen.

Sie wandten ein, die Leibnitzianer hätten hier wie-

wiederum auf die Zeit nicht Acht, in der diese Höhlen gemacht wären. Die Zeit sey bey der Ueberwindung der Hindernisse dieser weichen Materie eben so ein Knoten, als sie bey der Ueberwindung der Schwere gewesen war. Die eingedruckte Höhlen würden nicht in gleicher Zeit gemacht. Kurz sie waren überzeugt, daß der Einwurf von wegen der Zeit bey der Ueberwältigung der Hindernisse der Schwere gültig gewesen, (wie er es denn auch in der That gewesen ist,) und nun, dachten sie, könte man ihn hie wiederum auf die Bahn bringen, und mit eben solchem Erfolg gegen die lebendige Kräfte gebrauchen.

§ 159.

Wird wiederleget.

Ich weiß wohl, daß die Leibnitzianer dieser Klage kurz abgeholfen haben, indem sie unter andern zwey Kegel von unterschiedlicher Grundfläche in die weiche Materie fallen liessen, wobey die Zeiten, darinn ihre Höhlen gemacht wurden, nothwendig musten gleich seyn, und dennoch der Erfolg so wie vorher beschaffen war; allein ich will auch diesem Vortheile absagen, und die Schwierigkeit, die die Cartesianer machen, aus dem Grunde zernichten.

Bey der Wirkung der Schwere kommt die Zeit mit in Anschlag.

Man darf weiter nichts thun, als die Ursache erwegen, weswegen der Wiederstand der Schwerdrückung, die ein Körper überwinden soll, nicht dem Raume, sondern der Zeit proportionirt ist. Der Grund ist aber dieser. Wenn der Körper eine Feder der Schwere überwindet, so vernichtet er nicht hiedurch ihre Wirksamkeit, sondern er leistet ihr nur das Gegengewichte, sie aber behält ihre Wiederstrebung dennoch unvermindert, um in ihn so lange immerfort mit gleichem Grade zu wirken, als er ihr

aus-

ausgesetzet ist. Wenn der Körper eine jede Feder der Gravität dadurch, daß er sie überwältiget, zugleich so zu sagen zersprengen und ihre Kraft vernichtigen möchte, so ist kein Zweifel, daß, weil jede Feder gleiche Kraft hat, der Wiederstand, den der Körper erleidet, der Summe aller zersprengten Federn gleich seyn würde, die Zeit möchte nun seyn, wie sie wollte. Aber nun behält jede Feder ohngeachtet sie vom Körper überwunden wird ihre Drückungskraft, und setzet diese in ihn so lange fort, als er sich unter derselben befindet, folglich kan vor die Wirkung, die eine einzige Feder thut nicht ein einzelner und untheilbarer Druck angegeben werden, sondern sie thut eine an einander hangende Reihe von Druckungen, welche um desto größer ist, je längere Zeit der Körper ihr unterworfen ist, z. E. in denenjenigen Theilen des Raumes, da die Bewegung des Körpers langsamer ist, da ist auch das Zeittheilchen des Aufenthalts in jedem Puncte länger, als da, wo die Bewegung geschwinder ist, folglich erduldet er dort von einer jeden einzelnen Feder eine längere Reihe gleicher Drückungen als hier.

Dieses befindet sich bey der weichen Materie ganz anders.

Allein dieses befindet sich bey der Trennung der weichen Masse ganz anders. Ein jedes Element der weichen Masse hat eine gleiche Kraft zusammenzuhängen, und hiedurch benimmt sie dem Körper, der sie trennet einen gleichen Grad Kraft, aber eben dadurch wird sie auch zugleich zertrennet, und thut also fortan schon keinen Wiederstand mehr, die Zeit, die er sich bey ihr aufhält, mag hernach so groß seyn, wie sie wolle. Denn hier wird die Feder durch eben die Wirkung, die ihrem Wiederstand gleich ist, zugleich zerbrochen, und kan daher nicht noch fortfahren zu wirken, so wie die Fe-

der der Schwere, die an sich unzerstörlich war. Daher ist der Wiederstand, den die weiche Masse dem eindringenden Körper thut, wie die Summe der Federn die er zerbricht, d. i. wie die Höhle, die er einschläget, ohne daß hiebey die Zeit im geringsten etwas zu thun hat.

§ 160.

Die Leibnitzianer haben Ursache über diese wichtige Vergehung der Cartesianer mit nicht geringer Befriedigung zu triumphiren. Dieser Zufall rächet den Schimpf, den ihnen die Verweisung so mancherley Fehltritte zugezogen hat, durch ein gleiches Schicksal an ihren Gegnern. Die Leibnitzianer haben die lebendige Kräfte in solchen Fällen zu finden vermeynt, darin sie nicht waren, aber was hindert dieses? haben die Cartesianer sie doch nicht in denen Fällen sehen können, darinn sie wirklich waren, und darinn sie niemand ohne große Verblendung hätte übersehen können.

§ 161.

Der angeführte Versuch also, erweiset das Daseyn solcher Kräfte in der Natur, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maaße haben; allein unsere vorhergehende Betrachtungen erklären, bey welchen Bedingungen dieselbe nicht statt haben, und auch welche Bedingungen die einzigen sind, unter denen sie Platz finden können. Wenn man sich dieses alles nach unsrer Anweisung zu Nutze macht, so überkommt man nicht allein eine hinlängliche Gewißheit von den lebendigen Kräften, sondern auch einen Begriff von ihrer Natur, der nicht allein richtiger, sondern auch vollständiger ist als er sonst jemals gewesen ist, oder auch hat seyn können. Die besondere Beschaffenheit dieses vorhabenden Versuches, giebt noch einige ausser-

ordentliche Merkmahle an die Hand, die zu besondern Anmerkungen Anlaß geben können; allein ich kan mich durchaus in dieselbe nicht einlassen, nachdem die Aufmerksamkeit des geneigten Lesers durch so viel verwickelte Untersuchungen ermüdet, vielleicht nichts mehr als den Schluß dieser Betrachtungen wünschet.

Es ist aber noch ein einziges, welches ich nicht unberührt lassen kan, weil es die vorhergehende Gesetze bestätiget, und ihnen ein großes Licht ertheilet. Der Versuch, den wir vorhaben, beweiset solche Kräfte, die die Schätzung nach dem Quadrat der Geschwindigkeit an sich haben, daher müssen, nach Maaßgebung der 4ten Nummer des 138. §. die Geschwindigkeiten der Wiederstrebung jedes Elementes der Hinderniß in diesem Versuche mit endlichen Graden geschehen, denn wenn sie nur mit unendlich kleinen geschehen möchten, wie die Drückungen der Schwere, so würde die Ueberwindung derselben eben so wenig als an diesen eine nach dem Quadrat zu schätzende Kraft zu erkennen geben, § 139. Wir wollen also beweisen: daß der Renisus eines jeglichen Elementes der weichen Masse nicht mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, wie die Schwere, sondern mit einem endlichen Grade geschehe.

§ 162.

Das Moment der Hinderniß der weichen Materie geschiehet mit endlicher Geschwindigkeit.

Wenn man die Cylindrische Höhle, welche der Kugelförmigte Körper in die weiche Materie einschläget, in ihre übereinanderliegende Cirkel-Scheibchen, deren Dicke unendlich klein ist, eintheilet, so zeigt ein jegliches derselben das Element der verrückten Masse an. Ein jedes von diesen benimmt also dem eindringenden Körper einen unendlich kleinen Theil seiner

seiner Geschwindigkeit, weil sie alle insgesammt ihm die ganze Geschwindigkeit nehmen. Da aber die Quantität eines solchen Cirkulscheibchens gegen die Masse der Kugel unendlich klein ist, so folget, daß die Geschwindigkeit seiner Wiederstrebung von endlicher Größe seyn müsse, damit er dem Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Bewegung durch seinen Wiederstand benehmen könne. Also leistet ein jegliches Element der weichen Materie, dem hineinschlagenden Körper ihren Wiederstand, mit einer Bestrebung, die ein endliches Maaß der Geschwindigkeit hat. W. Z. E.

§ 163.

So haben wir denn unser Geschäfte vollführet, welches in Ansehung des Vorwurfs, worauf es gerichtet war, groß genug gewesen ist, wenn nur die Ausführung diesem Unterfangen gemäß gewesen wäre. Ich bilde mir ein, daß ich, insonderheit was das Hauptwerk betrift, auf eine unwidersprechliche Gewißheit Anspruch machen könne. In Ansehung dieses Vorzuges, dessen ich mich anmaaße, kan ich die gegenwärtige Handlung nicht endigen, ohne vorher mit meinen Gläubigern die Rechnung an Gelehrsamkeit und Erfindung, zu schließen. Nach den scharfsinnigen Bemühungen der Cartesianer, war es nicht schwer, die Verwirrung der Quadratschätzung mit der Mathematik zu verhüten, und nach den sinnreichen Anstalten der Leibnitzaner, war es fast unmöglich, sie in der Natur zu vermissen. Die Kenntniß dieser zwey äussersten Grenzen, musten ohne Schwierigkeit den Punct bestimmen, darinnen das wahre von beyden Seiten zusammen fiel. Diesen anzutreffen, war nichts weniger

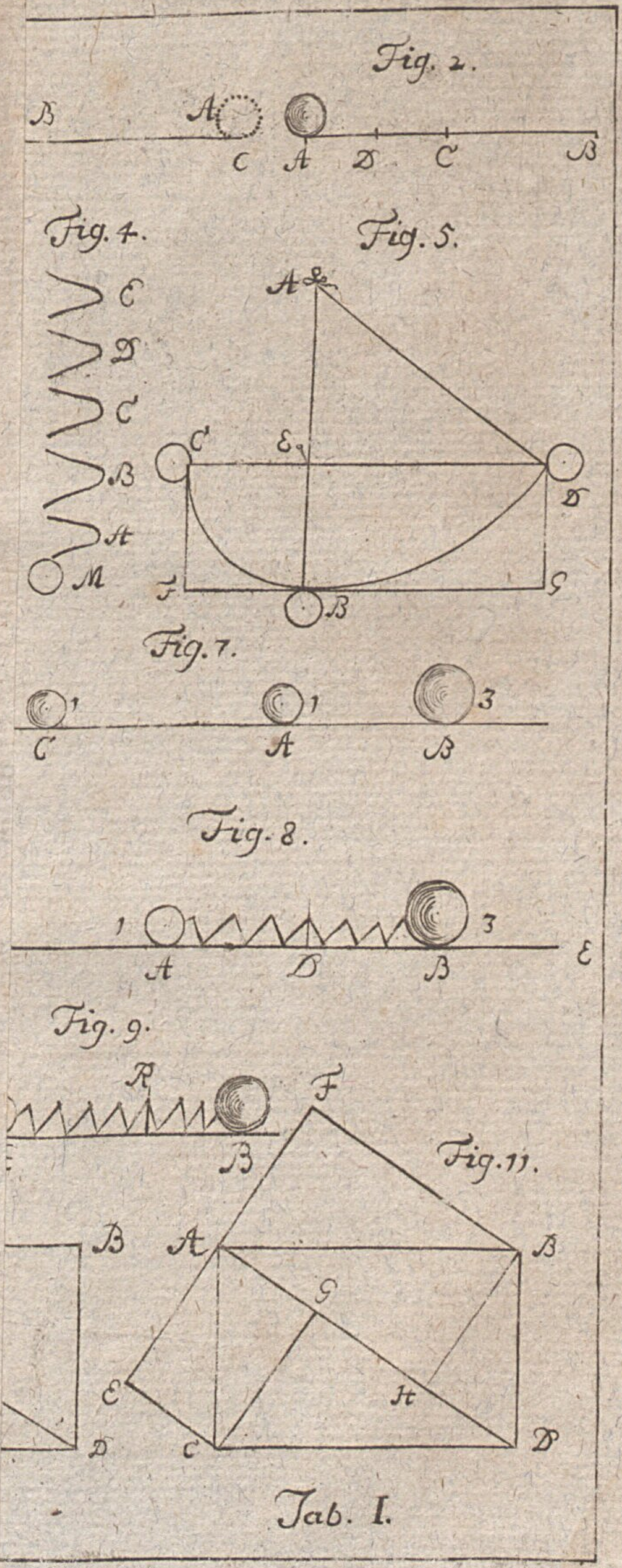
als

als eine große Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleinen Abwesenheit des Partheyeneifers, und ein kurzes Gleichgewicht der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde so fort abgethan. Wenn es mir gelungen hat, in der Sache des Herrn von Leibnitz einige Fehltritte warzunehmen, so bin ich dennoch auch hierin ein Schuldner dieses großen Mannes, denn ich würde nichts vermocht haben, ohne den Leitfaden des vortreflichen Gesetzes der Continuität, welches wir diesem unsterblichen Erfinder zu danken haben, und welches das einzige Mittel war, den Ausgang aus diesem Labyrinthe zu finden. Kurz, wenn gleich die Sache aufs beste zu meinem Vortheile ausfällt: so ist der Antheil der Ehre, der mir übrig bleibt, doch so gering, daß ich nicht befürchte, die Ehrsucht könne sich so weit erniedrigen, mir dieselbe zu mißgönnen.

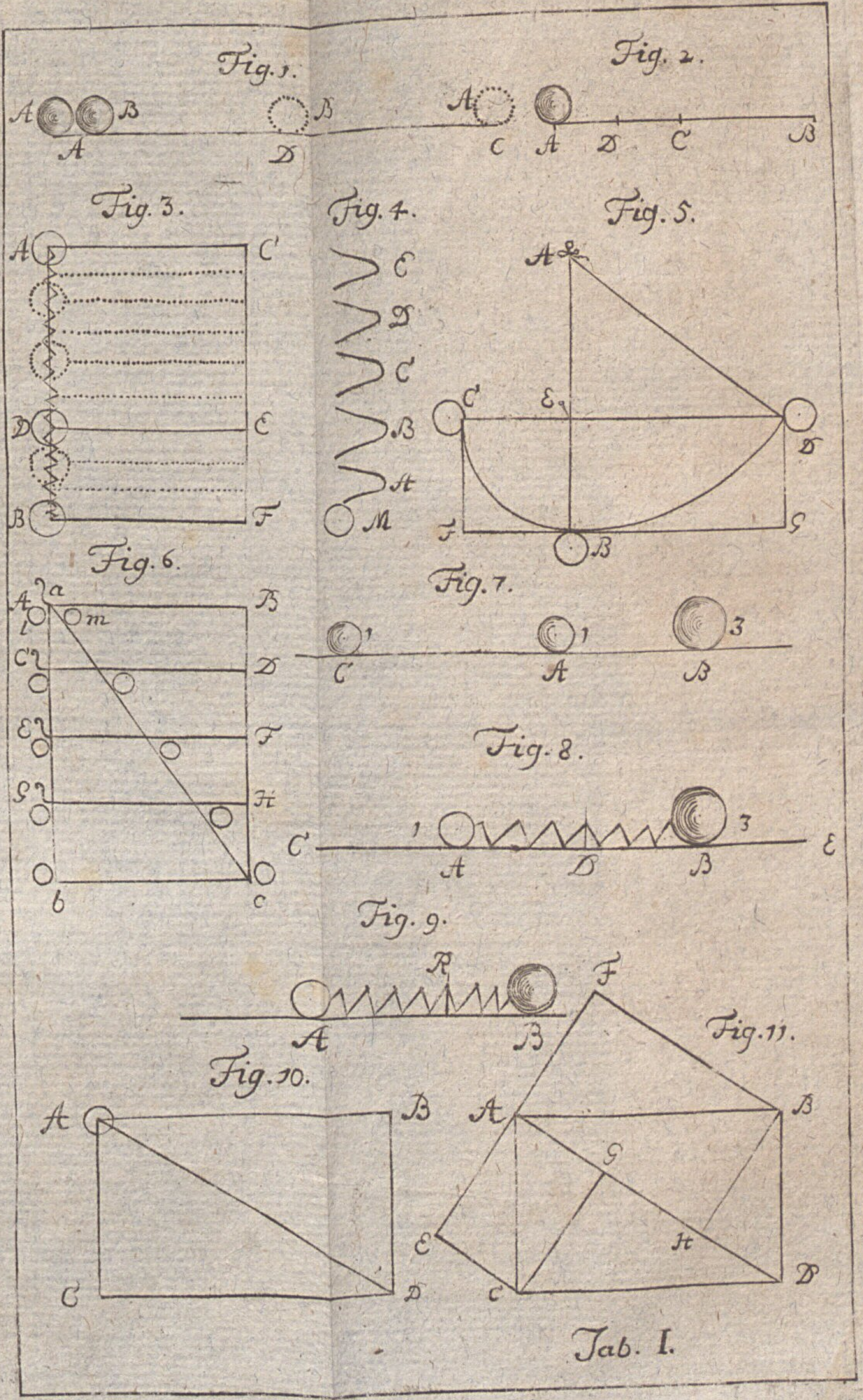
E N D E.

E R R A T A.

Pag. 138 Lin. penult. vor Spannkugel lies Spannung.
Pag. 168 vergleiche damit die 22te Figur.
Pag. 198 vor dv — pdt lies dv = pdt.



Tab. I.



Tab. I.

Fig. 12.
B
E
G
D
F
Fig. 13.
c b d
a i e
3 B
2 B
C 4 B
b
B
Fig. 20.
A
C
e
a
B
Fig. 17.
B
C
F
A
D
F
H
K
L
R
B
E
G
Fig. 19.
f
h
k
l
r
M
N
O
C
b
Fig. 21.
R
E
B
C
Fig. 23.
a b c d F
Fig. 24.
a b F
c d
Fig. 25.
a
b
c
F

Tab. II.

BAYERISCHE
STAATSBIBLIOTHEK
MÜNCHEN

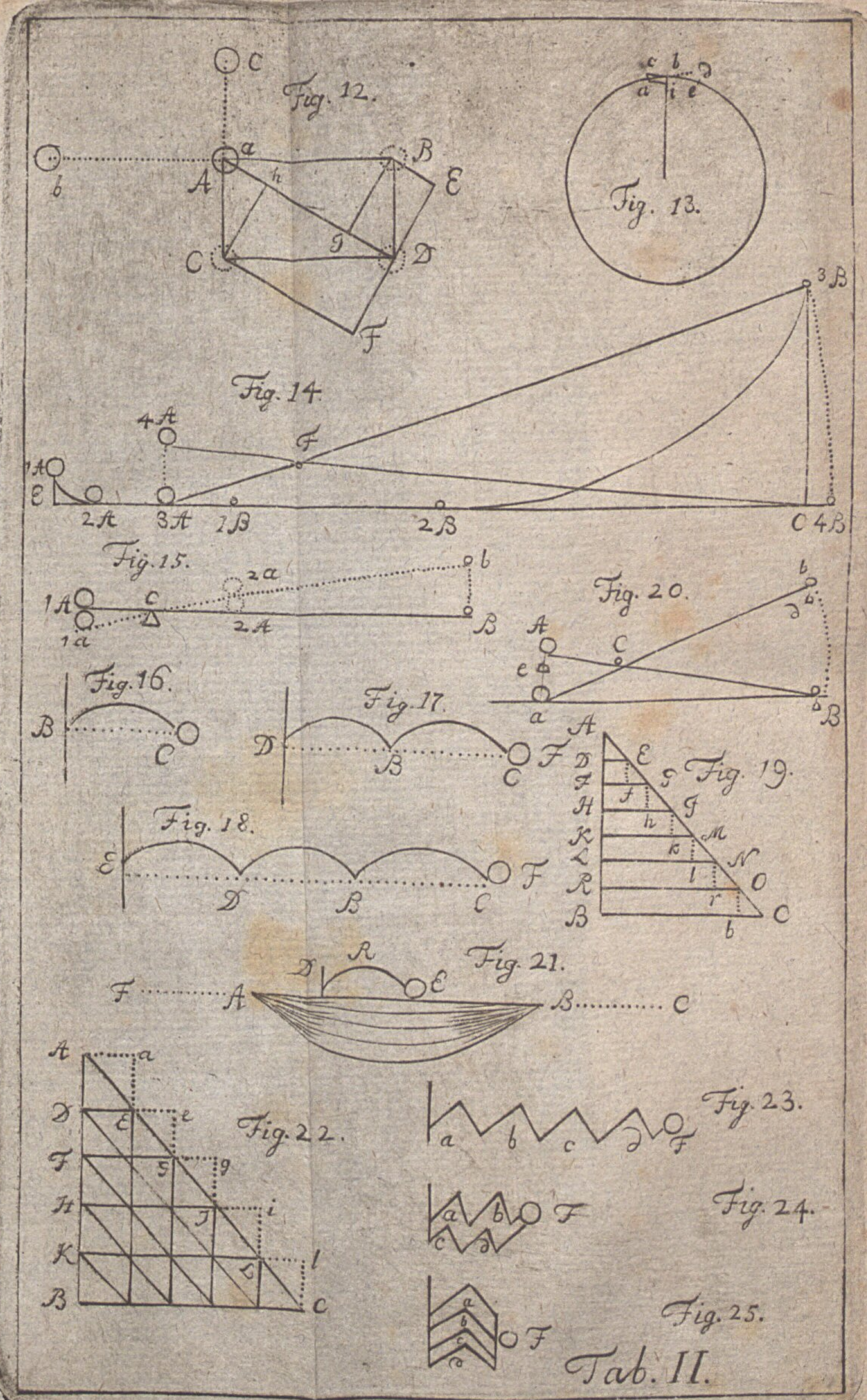


Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Tab. II.

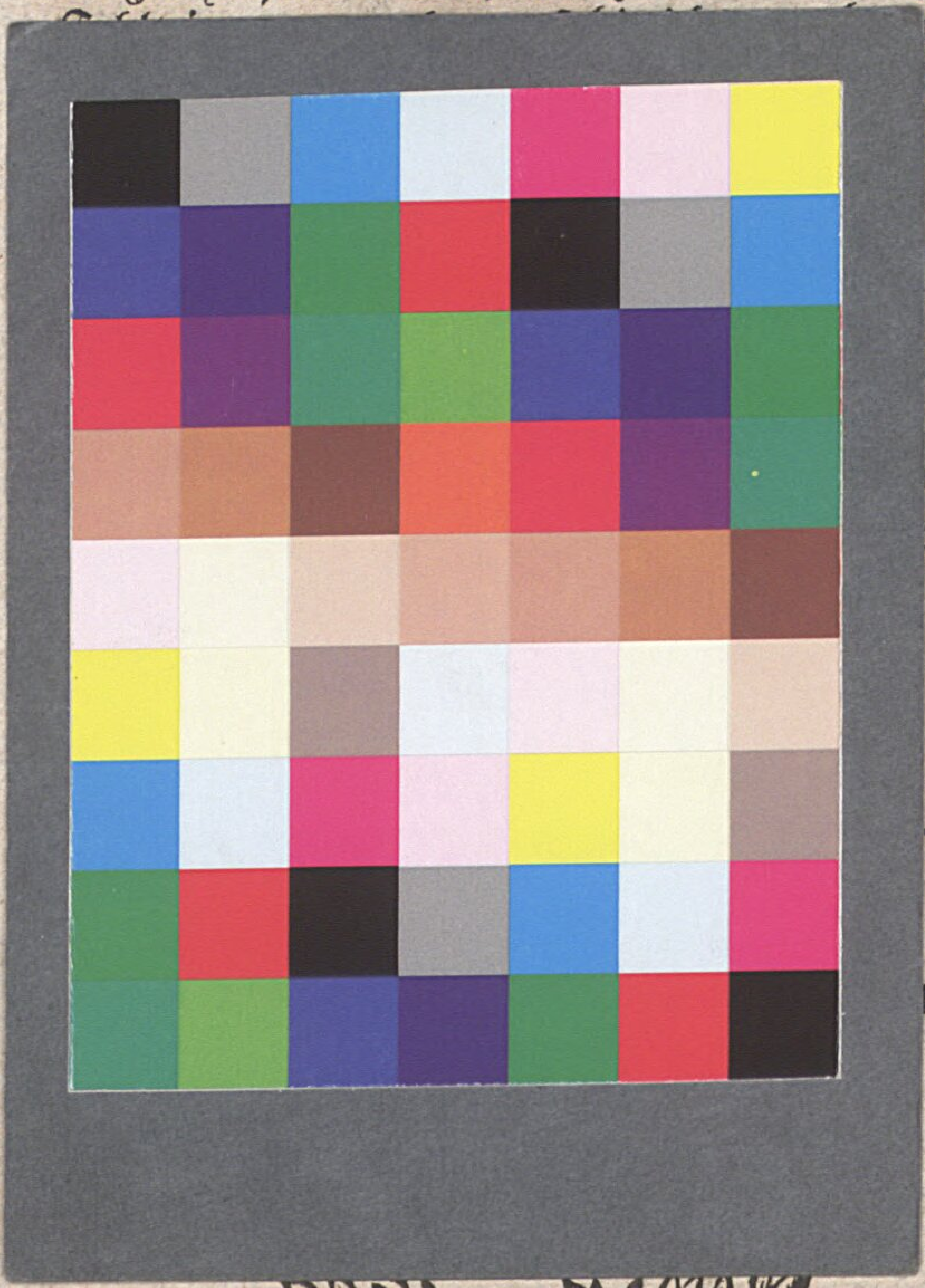
BAYERISCHE
STAATSBIBLIOTHEK
MÜNCHEN

als eine große Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleinen Abwesenheit des Partheyeneifers, und ein kurzes Gleichgewicht der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde so fort abgethan. Wenn es mir gelungen hat, in der Sache des Herrn von Leibnitz einige Fehltritte wahrzunehmen, so bin ich dennoch auch hier-

h wür-
es vor-
diesem
elches
Laby-
e aufs
ntheil
aß ich
er-

nung.

als eine große Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleinen Abwesenheit des Partheyeneifers, und ein kurzes Gleichgewicht der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde so fort abgethan. Wenn es mir gelungen hat, in der Sache des Herrn von Leibnitz einige



ch hier-
h wür-
es vor-
diesem
welches
n Laby-
he aufs
Antheil
daß ich
er-

nung.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kant, Immanuel

Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise derer sich Herr von Leibnitz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen

Königsberg 1746

Rar. 4173
urn:nbn:de:bvb:12-bsb00074230-5
VD18 14670380